
Phys. sp.
432


EX ELECT ORALI
BIBLIOTHE CA SERENISS.
UTRIUSQ. BAVARIÆ
DU CUM.
MDCC XLVI.



Physica. De frigore 263.

R

DISSERTATION
SUR
LA GLACE
OU

EXPLICATION PHYSIQUE de la formation de la Glace, & de ses divers Phénomenes,

Qui a remporté le prix à l'Academie Royale des belles Lettres, Sciences & Arts de Bordeaux, le 1. May 1716.

Par Mr. DORTOUS DE MAIRAN.

Seconde Edition revuë & Corrigée par l'Auteur.



A BEZIERS,
Chez ETIENNE BARBUT, Imprim. de Monseig. l'Illust. & Reverend. Evêque & Seigneur de Beziers.

M. DCC. XVII.



DISSERTATION SUR LA GLACE, OU

EXPLICATION PHYSIQUE de la formation de la Glace & de ses divers Phénomenes.

EXPLIQUER la formation de la Glace, c'eſt montrer par des raiſons priſes de la nature & des proprietez des corps qui ſe changent en Glace, comment & par quelle Méchanique ſe fait un tel changement. Cette explication ſuppoſe donc la connoiſſance éxacte de la Nature & des proprietez des

corps qui se glacent, c'est-à-dire, des liquides.

Mais aucune sorte d'Estre, & par consequent aucun corps, ne pouvant changer que par l'action d'une cause étrangere, il faudra éxaminer ici quelque chose de plus que le liquide & la Glace, & reconnoître nécessairement d'autres corps ou une autre matiere, soit visible, soit invisible, qui détermine les liquides à perdre leur liquidité, & à recevoir cette nouvelle modification qu'on appelle Glace.

On voit par-là de quelle difficulté est la question dont il s'agit, & par elle-même, & par la liaison qu'elle a avec plusieurs autres questions très-difficiles. Disons plus, la formation de la Glace, & ses divers Phénomenes embrassent, en un sens, tout le systeme Physique de l'Univers. Car la cause de la congélation est sans contredit invisible : & puisque la Glace ne se forme pas moins dans la Machine du vuide que dans l'air, il

faut que le corps étranger qui agit sur les liqueurs pour les geler, soit quelque fluïde beaucoup plus subtil que l'air, & il est plus que probable que ce n'est autre chose que la *matiere subtile* même ; cette matiere que le commun des hommes regarde peut-être comme chimérique, mais que la plus saine partie des Philosophes admet aujourd'hui, comme la source de tous les mouvemens, & par là de tous les changements, & de toutes les varietez de la Nature, en un mot, comme le ressort de la machine du monde.

Il faut encore considérer que le nombre des liquides differens, tant simples que composez, & par consequent celui des differentes sortes de congélations, est comme infini ; car quoique toutes les congélations soient analogues, en ce qu'elles partent d'une semblable cause, elles varient neanmoins infiniment par les Phénomenes qui les accompagnent. Mais si l'on approfondit davantage

cette matiere, on trouvera qu'elle ne se borne pas aux seuls liquides, & que les corps les plus durs n'en doivent pas être exceptez.

On sçait, il y a long-tems que les résines, les métaux, le verre, & la pluspart des mineraux & des fossiles sont fusibles ou peuvent devenir liquides; mais les expériences du fameux Miroir ardent du Palais Royal nous ont appris en dernier lieu qu'il n'y a pas de corps sur la terre, qui ne puisse être fondu & vitrifié par un feu violent. Or qu'est-ce que la fonte causée par la chaleur, qu'un véritable dégel, & la dureté qui survient au corps fondu par le refroidissement de ses parties, qu'une véritable congélation? La congélation & le dégel sont deux effets réciproques dont l'examen appartient certainement à la question présente; & puisqu'il n'y a rien sur la terre qui ne soit susceptible de ces deux changemens, il est clair que la question présente tombe sur tous les corps de la terre.

Je ne présume donc pas de traiter ici la formation de la Glace dans toute son étenduë, & avec toutes ses dépendances; quand mes lumieres iroient jusqu'à les appercevoir, j'avoüe que mon art ne va pas jusqu'à pouvoir en renfermer le détail dans des limites aussi étroites que celles qu'éxige ce discours. Je ne prétens m'attacher qu'à ce qu'il y a de plus essentiel sur ce sujet. Pour le reste je me contenterai de l'indiquer succintement à mes Lecteurs, & j'espére plus de leurs réfléxions que de mes paroles.

On a déja vû que j'attribuë la formation de la Glace à la matiere subtile. Il s'agit donc de trouver le rapport qu'il y a de cette matiere, & de ses divers mouvemens à la congélation, comme de la cause à l'effet. Mais afin de mieux expliquer ma pensée là-dessus, je vais reprendre la route que j'ai tenuë pour y arriver, & chercher ici tout de nouveau la cause de la congélation, comme si

j'en étois encore tout à fait incertain.

La théorie de la formation de la Glace doit fournir l'explication particuliere de ses principaux Phénomenes, comme réciproquement l'explication des Phénomenes doit répandre sur la théorie un nouveau jour & un nouveau degré de probabilité.

PREMIERE PARTIE

De la formation de la Glace.

PUisque la connoissance des liquides est absolument nécessaire pour découvrir la cause de la formation de la Glace, on ne peut se dispenser de commencer cette recherche par l'éxamen des liquides. Voyons donc ce que c'est qu'un liquide, fixons l'idée qu'on s'en doit former, par des définitions & par des descriptions éxactes; faisons pour ainsi dire l'Anatomie des parties qui le com-

posent. Après cela la cause de sa congélation, la maniere dont sa liquidité peut se détruire se présentera sans doute d'elle-même à l'esprit. Nous examinerons ensuite si cette cause est unique, ou s'il y en a quelque autre qui concoure avec elle ; & enfin les differens degrez de force & d'activité qu'elle peut avoir, selon les differens sujets sur lesquels elle agit.

CHAPITRE PREMIER.

Définitions, Principes, & Remarques sur la nature des Liquides.

LA *liquidité* n'est qu'une espece de *fluïdité*. Un *fluïde* en général est un corps dont les parties intégrantes ne sont pas liées ensemble, qui céde aisément au toucher, qui résiste peu à la division, & qui se répand comme de lui-même.

Parmi les fluïdes quelques-uns se répandent par leur ressort & par leur

poids, comme l'air, par éxemple, ou seulement par leur poids, comme un monceau de sable, sans que leur surface supérieure se mette éxactement de niveau ; & ce sont là des *fluïdes* proprement dits.

Mais il y en a d'autres tels que l'Eau, l'Huile, & le Mercure, qui se répandent & par leur poids, & par le mouvement que les parties qui les composent ont en tous sens les unes à l'égard des autres, de maniere que s'ils sont en suffisante quantité, ils coulent & s'étendent jusqu'à ce que leur surface supérieure se soit mise éxactement de niveau ; & c'est là ce qu'on nomme des *liquides*. C'est ce niveau & ce Parallelisme perpetuel de leur surface, en consequence de leur poids, & du mouvement que leurs parties ont en tous sens, qui les distingue des fluides proprement dits, & qui fait le vrai caractere de la liquidité.

Le mouvement des parties des liquides n'est pas visible, parce que

ces parties sont trop petites pour être apperçuës, mais il n'est pas moins réel. Entre plusieurs effets qui le prouvent, un des principaux est la dissolution & la corruption des corps durs causée par les liquides. On ne voit aucun mouvement, par exemple, dans de l'Eau-forte qu'on a laissé reposer dans un verre; cependant si l'on y plonge une piece de cuivre, il se fera d'abord une effervescence dans la liqueur; le cuivre sera rongé visiblement tout au tour de sa surface, & enfin il disparoîtra en laissant l'Eau-forte chargée de ses parties devenuës inperceptibles, & teinte d'un bleu tirant sur le Verd de Mer. Ce que les Eaux-fortes sont à l'égard des Métaux, les autres liquides le sont à l'égard d'autres matieres; chacun d'eux est dissolvant par rapport à certains corps plus ou moins, selon la figure, l'agitation, & la subtilité de ses parties. Or il est clair que la dissolution suppose le mouvement, ou n'est autre chose que

l'effet du mouvement. Ce n'est pas le cuivre qui se dissout lui-même, il ne donne pas aussi à la liqueur une agitation qu'il n'a pas; le repos de ses parties & le repos des parties du liquide joints ensemble, ne produiront pas un mouvement; il faut donc que les parties du liquide soient véritablement agitées, & qu'elles se meuvent en tous sens, puisqu'elles dissoudent de tous côtez & en tous sens les corps sur lesquels elles agissent.

Quoi qu'il y ait des corps tels que la flâme, d'ont les parties sont extrêmement agitées de bas en haut, ou du centre vers la circonference, par un mouvement de vibration ou de ressort, ils ne sçauroient neanmoins être appellez liquides, & ce ne sont que des fluïdes; parce que le mouvement en tout sens, le poids, & peut-être d'autres circonstances qui pourroient déterminer leurs surfaces au niveau, leur manquent.

Un liquide peut devenir fluïde ou

composer un fluïde par l'amas de ses parcelles, lors qu'elles se détachent de la masse totale; comme on voit qu'il arrive à l'eau qui se résout en vapeurs. Car les broüillards & les nuages sont des corps ou des amas fluïdes, quoique formez de l'assemblage de parcelles liquides.

De même un fluïde proprement dit peut devenir liquide, si l'on insére dans les intervalles des parties qui le composent quelque matiere qui les agite en tous sens, & les détermine à se ranger de niveau vers la surface supérieure; à peu près comme il arriveroit à du sable qu'on jetteroit dans un grand vaisseau plein d'eau boüillante.

Et au contraire si l'on imagine qu'en cet état une puissance supérieure à celle qui agite les grains de ce sable, vienne à les serrer & à les comprimer fortement l'un contre l'autre, en sorte qu'ils ne puissent plus ni glisser les uns sur les autres, ni être séparez par l'eau boüillante

qui coule entre eux; ce tout, cet amas de parties intégrantes qui formoient auparavant un liquide, ne sera plus qu'un corps dur, & s'il m'est permis de parler ainsi, qu'une véritable Glace.

J'explique soigneusement tous ces termes, afin qu'on y attache les mêmes idées que moi. En voici quelques autres dont l'explication me donnera lieu de proposer deux principes très-importans sur cette matiere.

J'entends par les *parties intégrantes* d'un liquide, les parties qui entrent dans sa composition selon le dernier degré de division actuelle où elles doivent être pour former un tel liquide, & nullement selon le dernier degré de division possible où elles sont capables d'arriver: car la matiere étant divisible à l'infini, les parties intégrantes d'un liquide, & celles de tout autre corps, ont elles mêmes d'autres parties intégrantes qui les composent, & par lesquelles

elles peuvent être divisées & subdivisées à l'infini.

Ce que j'appelle parties intégrantes dans les liquides, je l'appellerai *molécules* dans la matiere subtile, avec cette difference que par les parties intégrantes d'un liquide, je n'entends que de petits amas de mamatiere composez d'autres parties qui sont en repos les unes à l'égard des autres ; au lieu que je regarde les molécules de la matiere subtile, comme de petits amas de matiere extrêmement agitée, ou plûtôt comme autant de balons ou de petits tourbillons d'un fluïde très subtil qui tourne autour de leur centre avec une rapidité presque infinie.

C'est la force que ces molécules tirent de cette agitation pour se dilater, & pour repousser autant qu'elles sont poussées, que j'appelle leur ressort.

Car d'un côté il est constant par mille expériences, que la matiere subtile a du ressort, ou comme l'on

dit, une *vertu élastique*; (& il faut bien qu'elle l'ait au souverain degré, puisque de l'aveu de la plus part des Philosophes modernes, elle est la source du ressort de tous les corps:) & de l'autre, si l'on veut raisonner sur des notions claires & distinctes, on ne conçoit pas que les corps puissent avoir d'autre force ni d'autre action que celle qu'ils tirent de leur mouvement: il faut donc de nécessité chercher à la matiere subtile un mouvement qui puisse lui donner cette force qu'on nomme ressort. Or on peut démontrer qu'il n'y en a point qui y soit plus propre que celui que je viens de décrire, & dont l'idée est dûë à l'un des plus grands Genies de ce Siecle. * De quelque maniere neanmoins qu'on le conçoive, il me suffit qu'on m'accorde le ressort de la matiere subtile, comme un fait constant; & c'est afin que chacun ait la liberté de l'imaginer selon son sentiment particulier, que je me sers du mot

* Le P. *Malebranche*, 16. Eclairciss. sur la rech. de la ver. avec les additions, tom. 4, edit. de 1712.

de molécules plûtôt que de celui de globules ou de petits tourbillons.

Un autre principe qui me paroît aujourd'ui universellement reçû, & qui doit encore son origine au même auteur,* c'est que la dureté des corps ou la résistance que leurs parties apportent à leur desunion, ne vient que de la matiere subtile qui les environne & qui les comprime, parce qu'elle remplit le monde & n'y laisse aucun vuide par ses divisions & subdivisions infinies. Il est vrai que l'air contribuë aussi un peu à la dureté des corps par son poids, & personne n'ignore là-dessus l'expérience des deux plans polis, ou des deux marbres creux appliquez l'un contre l'autre. * Mais l'air ne comprime guere que les parties les plus grossieres de l'exterieur des corps, au lieu que la matiere subtile ou éthérée qui en pénetre aisément tous les pores les plus étroits, lie avec force les plus petits amas de matiere qui les composent.

* Rech. de la ver. liv. 6. ch. dern. Mr. *Bernoulli* Professeur de Mathem. à Basle, établit le même principe en 1682. dans sa diss. *De gravitate Ætheris*

*Voyez les experiẽces de Mr. *Ryck* Professeur à Leyde. Journ. des Sçavans, Avril. 1679. & *Collegiũ experimentale Sturmii* part. 2. Tentam. 3. & 10.

Suivant ces principes, les parties intégrantes d'un liquide seront plus ou moins dures, selon que la matiere subtile les comprimera d'avantage ou par la liberté & la vitesse avec laquelle elle se meut entre elles, ou par la quantité & la qualité des surfaces qui joignent entre eux les Elémens ou parties encore plus petites qui composent les premieres. Ces parties intégrantes sont comme environnées de toutes parts de la matiere subtile, elles y nagent, y glissent & suivent en tous sens les mouvemens qu'elle leur imprime, soit que le liquide se trouve dans l'air, soit qu'il se trouve dans la Machine Pneumatique. C'est le plus ou le moins de cette matiere enfermée dans un liquide, selon qu'elle a plus ou moins d'agitation & de ressort, qui fait principalement le plus ou le moins de liquidité: mais le plus ou le moins d'agitation de cette matiere dépend de la grosseur, de la figure, de la nature des surfaces, planes, conve-

xes ou concaves, polies ou raboteuſes, & de la denſité des parties intégrantes du liquide. Si dix perſonnes autour d'une table, peuvent y être rangées de 3 628 800 manieres differentes, ou faire 3 628 800 changemens d'ordre, on doit juger quelle prodigieuſe quantité de liquides differens pourront produire toutes les combinaiſons & toutes les variétez des circonſtances dont je viens de parler.

CHAPITRE II.

D'où vient que les liquides ne ſe diſſipent point, & que leurs parties réſiſtent un peu à leur deſunion; & comment ſe conſerve l'équilibre de ces parties entre la matiere ſubtile qui les environne & la matiere ſubtile du dehors?

MAis approfondiſſons un peu la Méchanique des liquides: ce n'eſt qu'à proportion qu'elle ſera connuë, qu'on pourra mieux décou-

vrir la véritable cause du changement qui leur arrive dans la congélation.

Comment se peut-il que leurs parties intégrantes étant si agitées par la matiere subtile, elle ne les dissipe pas en un moment? Voilà par exemple, un verre à demi plein d'eau: on voit bien que cette eau est retenuë vers les côtez, & au dessous, par les parois du verre; mais qu'est-ce qui la retient au dessus? Car par la définition des liquides, ils doivent toûjours avoir quelques parties intégrantes qui se meuvent vers le haut; & telle partie par exemple, étoit poussée dans cét instant vers les côtez, ou vers le fond du vaisseau, qui va tendre vers l'ouverture, dans l'instant qui suit? J'avouë que le poids de l'Amosphére ou la colomne d'air qui appuye sur la surface de cette eau, la retient en partie; mais le même liquide qui se conserve dans l'air, ne se conservant pas moins dans la Machine

Pneumatique après qu'on en a pompé l'air, il faut avoir recours à une autre cause.

D'où vient encore la viscosité qu'on remarque dans tous les liquides, plus ou moins? cette disposition que les goutes qu'on en détache, ont à se rejoindre, & cette légére résistance qu'elles apportent à leur séparation, & par laquelle il semble qu'elles n'obéïssent que par extension à la violence qui leur est faite?

De plus, il n'y a point d'apparence que la matiere subtile enfermée dans les interstices d'un liquide, non plus que les parties qui le composent, se meuvent avec la même vitesse que la matiere subtile extérieure; de même à peu près que les vents qui pénetrent jusques dans le milieu d'une forêt s'y trouvent considérablement affoiblis, & que les feüilles, & tout ce qu'ils y rencontrent y est beaucoup moins agité qu'en rase campagne. Or comment se conserve l'équilibre dans ces differens

degrez de vitesse, des parties intégrantes d'un liquide, de la matiere subtile du dedans, & de la matiere subtile du dehors ?

J'avouë que ces difficultez m'ont paru embarassantes ; mais si je ne me trompe, j'en ay trouvé le dénoüement, & il est comme le Lemme fondamental de tout ce qu'il y a de plus important à connoître pour la formation de la Glace.

Premierement les parties d'un liquide ne sont pas éxemptes de pesanteur, & elles en ont de même que tous les autres corps, à raison de leur masse & de leur matiere propre : cette pesanteur est une des puissances qui les assujettit dans le vase où elles sont contenuës.

Secondement il ne faut pas croire que la matiere subtile environne les parties intégrantes d'un liquide, de maniere qu'elles ne se touchent jamais entre elles, & ne glissent jamais les unes sur les autres, selon qu'elles ont des surfaces plus ou moins po-

lies, & qu'elles ſont mûës avec plus ou moins de viteſſe. Il eſt très probable au contraire que les parties intégrantes de la plûpart des liquides tels que l'eau, l'huile, & le mercure ne ſe meuvent guere autrement. Or ces parties préſentent d'autant moins de ſurface à la matiere ſubtile intérieure, qu'elles ſe touchent par plus d'endroits ; & celles qui ſe trouvent vers les extrémitez lui en préſentent encore moins que les autres ; puiſqu'elles ont un côté vers le dehors : elles en préſentent donc davantage à la matiere ſubtile extérieure ; & comme cette matiere a plus de liberté, & ſe meut avec plus de viteſſe que l'intérieure, il eſt clair qu'elle doit avoir plus de force pour repouſſer les parties du liquide vers la maſſe totale, que la matiere ſubtile intérieure n'en a pour les en ſéparer. Ainſi le liquide demeurera dans le vaiſſeau qui le contient, & de plus il aura quelque viſcoſité ou réſiſtera un peu à la diviſion.

Pour les liquides fort spiritueux dont les parties intégrantes sont apparemment presque toutes noyées dans la matiere subtile, sans se toucher entre-elles que rarement, & par de très petites surfaces, ils sont en même tems & l'exception & la preuve de ce que je viens de dire; puisqu'ils s'éxhalent & se dissipent bien-tôt d'eux-mêmes, si l'on ne bouche éxactement le vaisseau qui les renferme.

Enfin pour comprendre comment les parties des liquides se meuvent avec la matiere subtile qu'ils contiennent, & comment l'équilibre se conserve entre elles, cette matiere, & la matiere subtile extérieure; il faut observer que quoique chaque partie intégrante de certains liquides soit peut-être un million de fois plus petite que le plus petit objet qu'on puisse appercevoir avec un excellent Microscope, il y a apparence que les plus grosses molécules de la matiere subtile sont encore un million

de fois plus petites que ces parties. L'imagination se perd dans cette extrême petitesse; mais c'est assez que l'esprit en apperçoive la possibilité dans l'idée de la matiere, & qu'il en concluë la nécessité par plusieurs faits incontestables. Or cent de ces molécules, par éxemple, qui viennent heurter en même temps selon une même direction, & avec une égale vitesse la partie intégrante d'un liquide un million de fois plus grosse que chacune d'elles, ne lui communiquent pourtant que peu de leur vitesse; parce que leurs cent petites masses sont contenuës dix mille fois dans sa grosse masse, & qu'il faut pour y distribuer, par éxemple, un degré de vitesse, qu'elles fassent autant d'effort contre elle, que pour en communiquer dix mille degrez à cent de leurs semblables : car 100 de masse multiplié par 10 000 de vitesse, & 1 de vitesse multiplié par 1 000 000 de masse, produisent également de part & d'autre 1 000 000

de mouvement, ou comme on dit de *moment*. Mais ces cent molécules de matiere subtile sont bien-tôt suivies de cent autres, & ainsi de suite peut-être de cent millions: & comme celles qui viennent les dernieres sur la partie du liquide, lui trouvent déja une certaine quantité de mouvement que les premieres lui ont communiqué, elles l'accélerent toûjours de plus en plus; & à la fin elles lui donneroient autant de vitesse qu'elles en ont elles-mêmes, si la matiere subtile pouvoit toûjours couler sur cette partie avec la même liberté, & selon la même direction. Mais la matiere subtile se mouvant en divers sens, & la vitesse que plusieurs millions de ses molécules peuvent avoir donnée à une partie intégrante du liquide par une application continuë & successive de cent en cent, vers un certain côté, étant bien-tôt détruite ou retardée par plusieurs millions d'autres qui viennent à choquer la même partie, selon des

directions differentes ou contraires; il eſt évident que cette partie intégrante du liquide n'aura jamais le temps de parvenir à leur degré d'agitation, & qu'ainſi la ſupériorité de viteſſe demeurera toûjours à la matiere ſubtile. Cependant il n'eſt pas poſſible que cette viteſſe ne ſoit fort diminuée par là, & ne ſe trouve bien-tôt au deſſous de ce qu'elle eſt dans la matiere ſubtile du dehors, qui rencontre bien moins d'obſtacles à ſes divers mouvemens; obſtacles d'autant plus conſidérables que la denſité du liquide eſt plus grande, que ſes parties intégrantes ſont plus groſſes, qu'elles ont plus de ſurface, & que ces ſurfaces ſont moins gliſſantes. Mais ce que la matiere ſubtile perd de viteſſe entre les inſterſtices d'un liquide, eſt compenſé par une plus grande tenſion du reſſort de ſes molécules, lequel augmente ſa force à meſure qu'il eſt plus comprimé: & c'eſt par là que l'équilibre ſe conſerve entre les parties intégrantes du

liquide, la matiere subtile intérieure, & la matiere subtile du dehors. C'est par l'action & la réaction continuelles & réciproques entre les parties du liquide & la matiere subtile qu'il contient, & entre ce tout & la matiere subtile extérieure, que les vitesses, les compressions, & les masses multipliées de part & d'autre, donneront toûjours un produit égal de force ou de mouvement, & ce mouvement & cét équilibre subsisteront tant que le liquide perséverera dans son état de liquidité. On voit donc que les parties intégrantes d'un liquide sont ce qui s'y meut avec le moins de vitesse; ensuite c'est la matiere subtile qui coule entre elles, qui est plus agitée qu'elles; & enfin vient la matiere subtile extérieure, dont l'agitation passe celle de tout le reste, & de la vitesse de laquelle on peut se faire une idée, par les effets qu'elle produit dans la poudre à canon & dans le Tonnerre.

CHAPITRE III.

Formation de la Glace.

QUe reſte-t-il maintenant pour comprendre de quelle maniere ſe fait la congélation ? Voulez-vous de la Glace, c'eſt-à-dire, voulez-vous changer un corps liquide tel que l'eau en un corps ſolide ? chaſſez une partie de la matiere ſubtile qui coule entre ſes inſterſtices, ou diminuez ſon mouvement ou ſon reſſort, enſorte qu'elle ne puiſſe plus vaincre la réſiſtance des parties intégrantes du liquide ; c'eſt tout ce que fait le froid, & vous aurez de la Glace. Voulez-vous au contraire changer un corps très dur, du verre ou du bronze en un corps liquide, le dégéler ? introduiſez une quantité ſuffiſante de matiere ſubtile dans ſes pores, ou augmentez aſſez le mouvement ou le reſſort de celle qui s'y trouve enfermée, pour qu'elle puiſſe ſéparer les parties qui s'uniſſent par

leur surface, ou débarasser celles qui s'entrelassent par leurs rameaux: vous serez ce que fait la chaleur; & vous aurez un liquide,

Lucret. l. 1. *Tum Glacies æris flammâ devicta liquescit.*

Enfin il ne s'agit plus, pour decouvrir tout l'artifice de la nature dans la formation de la Glace, que de comparer ce qui a été dit des liquides, avec les changemens que le froid & le chaud peuvent faire sur la cause de leur liquidité, je veux dire sur la matiere subtile.

La chaleur & le mouvement, le froid & le repos, ou un moindre mouvement, sont en bonne Physique des termes synonymes. La matiere subtile qui remplit le tourbillon du Soleil, est entretenuë dans une agitation continuelle par le bouïllonnement & les frequentes secousses ou vibrations du corps du Soleil qui en occupe le centre: les petits tourbillons qui se forment dans le grand, tels que celui de la Terre, &

ceux des Planettes, la flame d'une bougie, & le feu ordinaire imitent ces effets en petit, & causent autour d'eux plus ou moins de mouvement par leurs vibrations, selon qu'elles ont plus ou moins de force. C'est ce mouvement de la matiere subtile ou éthérée communiqué en partie à l'air, ou aux corps solides capables d'agir sur nos organes, c'est dis-je ce mouvement qui excite en nous la sensation de la chaleur.

Or le mouvement ou la chaleur se peuvent trouver affoiblis de deux manieres ; ou par l'éloignement de leur source ; ou par les obstacles que de certains corps branchus, comme est par exemple, l'air de nôtre Atmosphére, y peuvent apporter.

C'est de la premiere maniere qu'apparemment la chaleur est moins grande, en général, dans Saturne que sur nôtre globe ; parce que cette Planete est dix fois plus éloignée du Soleil que nous : mais c'est de la seconde seulement, qu'en général il

fait moins de chaud ou plus de froid dans nos climats en hyver qu'en Eté, & dans les Zones Glaciales, que dans les Zones Temperées & Torride; parce que les rayons du Soleil, qui ne sont autre chose que des lignes droites composées de molécules de matiere subtile, sont interceptez en partie par une plus grande quantité d'air. Car comme une aiguille qu'on enfonceroit obliquement dans une Orange, auroit plus d'écorce à percer, que celle qu'on y enfonceroit perpendiculairement & vis-à vis du centre; de même le Soleil regardant les Zones Glaciales & les lieux qui ont l'hyver plus obliquement que la Zone Torride & les lieux qui ont l'Eté, ses rayons ont à traverser beaucoup plus d'air dans l'Atmosphére, & ils sont plus affoiblis par là, que fortifiez par le plus de proximité. Ce plus de proximité n'est pourtant pas si peu de chose qu'il n'aille à environ la trentiéme partie du plus grand

éloignement, c'eſt-à-dire à plus d'un million ſoixante & dix mille lieuës de 25 au degré; ce qui fait une diſtance prés de mille fois plus grande, que celle qu'il y a de la Zone Torride aux Zones Glaciales.

Avec ces idées du chaud & du froid, remettons nous devant les yeux un liquide tel que je l'ay dépeint cy-deſſus. Suppoſons-le d'abord dans un lieu aſſez chaud, pour lui conſerver ſa liquidité ou le mouvement de ſes parties intégrantes; & ſouvenons-nous de l'équilibre que la matiere ſubtile engagée entre leurs intervales, conſerve avec elles & avec la matiere ſubtile extérieure. Imaginons enſuite que le lieu où eſt ce liquide vienne à ſe refroidir peu à peu, juſqu'au degré néceſſaire pour la congélation. Donc le mouvement de la matiere ſubtile extérieure diminuera auſſi peu à peu, & par conſequent elle ne ſçauroit ſe trouver en équilibre avec celle qui eſt dans le liqui-

de, & qui communique avec elle par une infinité d'issuës & de pores, que celle-cy ne diminuë à proportion, de sa vitesse & de son ressort. Car dès que la matiere subtile intérieure sera moins conprimée par celle du dehors, & qu'elle deviendra la plus forte, elle doit s'échapper du côté où elle trouve le moins de résistance, c'est-à-dire, vers les extrémitez & hors du liquide.

Il arrive quelque chose de tout-à-fait semblable lorsqu'après avoir enfermé de l'eau ordinaire dans la Machine Pneumatique, on vient à en pomper l'air. Car à chaque coup de pompe, l'air qui appuyoit sur la surface de l'eau se trouvant plus rare & plus lâche, parce qu'il est en moindre quantité, il comprime d'autant moins l'eau, & l'air qu'elle contient entre ses insterstices ; c'est pourquoi celui-ci se dégage, il sort de l'eau pour passer dans la cloche de la machine, où il est beaucoup plus au large, & sa sortie est visible, par

l'ébulition qu'elle cause à la surface supérieure de l'eau.

Tout de même la matiere subtile extérieure venant à diminuer de vitesse & de ressort, il faut qu'une partie de celle qui étoit renfermée dans le liquide en sorte; & cette effusion doit continuer, jusqu'à ce que le nombre, la tension & la vitesse des molécules de celle qui y reste, soient diminuées au point nécessaire, pour demeurer en équilibre avec la matiere subtile du dehors. Or les parties intégrantes du liquide ne tenant leur mouvement que de la matiere subtile qui les environne, il est clair que leur mouvement doit diminuer avec celui de cette matiere. De là naissent de plus grands frotemens entre leurs surfaces; parce que ces parties se rapprochent d'autaut plus, ou deviennent d'autant plus denses, que les molécules qui doivent les tenir separées, ou les faire glisser les unes sur les autres, ont moins de

vitesse & de ressort. Ainsi le liquide diminuera un peu de volume, & commencera à s'engourdir & à être moins coulant. Mais si le froid augmente toûjours, les frotemens & la densité augmenteront avec lui; parceque l'agitation & le ressort de la matiere subtile intérieure, qui devoit les vaincre, diminuent; & il y aura bientôt plusieurs des parties intégrantes du liquide qui s'appliqueront les unes sur les autres, qui s'acrocheront ou s'entrelasseront, si elles sont crochuës ou rameuses, sans qu'elles puissent plus être separées par le choc, ou par le ressort des molécules affoiblies qui viennent encore les heurter. Les premiers assemblages de ces parties se trouveront vers les bords du liquide, & vers la surface; car c'est là que l'effusion de la matiere subtile intérieure, & l'affoiblissement de son ressort doivent commencer. Mais si l'augmentation du froid continuë, ou seulement si le

froid perſévere dans un certain degré, à ces parties aſſemblées il s'en joindra bien-tôt d'autres, ſçavoir celles qui en ſeront les plus voiſines, à celles-ci d'autres encore, & enfin toute la maſſe du liquide demeurera fixe & immobile, elle ſera dure, elle occupera moins d'eſpace, en un mot elle ſera glacée.

Ce n'eſt pas ici le lieu de parler des exceptions qu'il y pourroit avoir dans ces circonſtances, à l'égard de certains liquides; par exemple, l'augmentation de volume dans la congélation de l'eau. Cela dépend comme je le feray voir dans la ſeconde partie, de certaines cauſes particulieres, & je ne traite ici que de ce qui convient au plus grand nombre de liquides; j'enviſage la formation de la Glace de la maniere la plus générale qu'il m'eſt poſſible, & que je crois auſſi la plus utile & la plus curieuſe.

Mais je ne dois pas oublier de faire une obſervation qui eſt très-

nécessaire pour une plus parfaite intelligence de la formation de la Glace; c'est qu'il s'en faut bien que la matiere subtile enfermée dans le liquide, & que nous avons remarqué ci-dessus qui est beaucoup moins agitée que celle du dehors; c'est dis-je, qu'il s'en faut bien que la matiere subtile intérieure conserve toûjours un même rapport d'agitation & de ressort avec la matiere subtile extérieure, lorsque le mouvement de celle-ci diminuë. Car si l'on veut y regarder de près, on verra que la diminution de vitesse de la matiére subtile intérieure, doit être avec la diminution de vitesse de l'extérieure, en raison composée, 1°. de la diminution de vitesse de cette derniere; 2°. de l'augmention des surfaces des parties intégrantes du liquide; c'est à dire du plus grand nombre de surfaces qui viennent à se toucher & à glisser immédiatement les unes sur les autres, à mesure que l'agi-

tation diminuë; 3°. de la plus grande denſité, laquelle naît de l'affoibliſſement de viteſſe & de reſſort des molécules de la matiere ſubtile intérieure, ſelon que les parties intégrantes du liquide s'approchent davantage & ſe touchent par plus d'endroits.

C'eſt-à-dire, que ſi la matiere ſubtile du dehors diminuë de 4 degrez de viteſſe par exemple, celle du dedans diminuera beaucoup plus que de 4 degrez. Le détail d'un cas particulier va rendre ſenſible la propoſition générale.

Suppoſons que le froid augmente d'un degré à chaque minute de temps, c'eſt-à-dire, que l'agitation de la matiere ſubtile du lieu où eſt le liquide diminuë à chaque minute, d'un degré: cette diminution doit bien-tôt ſe communiquer à la matiere ſubtile qui coule entre les interſtices du liquide, par les raiſons qu'on en a vûës. Mais puiſque la diminution de viteſſe de

cette matiere ne ſçauroit arriver, ſans que les parties intégrantes du liquide ne s'approchent un peu & ne ſe touchent par plus de ſurfaces qu'elles ne faiſoient auparavant, en un mot ſans qu'elle ne gliſſent les unes ſur les autres avec plus de difficulté ; cette même difficulté, ces nouveaux obſtacles & ces nouveaux frotemens ſont une nouvelle occaſion à la diminution de viteſſe de la matiere ſubtile intérieure : car c'eſt la même choſe que ſi elle avoit à vaincre de plus grandes maſſes & à les mettre en mouvement. Ainſi par la Loi, qu'un corps perd de ſa viteſſe ſelon qu'il en communique, l'augmentation de la maſſe ſur laquelle la matiere ſubtile intérieure auroit à diſtribruer une certaine viteſſe, feroit la diminution de ſa propre viteſſe. Donc ſi l'augmentation des frotemens par l'augmentation des ſurfaces, eſt devenuë égale, par exemple, à une augmentation de 2 de maſſe, il fau-

dra multiplier la diminution précedente de 1 degré de viteſſe, par 2; ce qui fait 2 : & voilà la viteſſe de la matiere ſubtile intérieure diminuée de 2 degrez, tandis que la viteſſe de celle du dehors ne vient de diminuer que de 1. Mais comme la difficulté des mouvemens du liquide augmente, non ſeulement en tant que ſes parties ſe touchent par plus de ſurfaces, mais auſſi, ſelon que ces ſurfaces ſont plus preſſées les unes contre les autres, c'eſt á-dire, ſelon que la denſité du liquide eſt plus grande ; ſi l'on égale la difficulté qui naît de cette augmentation de denſité à 3, il faudra encore multiplier la diminution précedente qui valoit 2, par 3 ; ce qui fait *6*. De ſorte que la viteſſe ou l'agitation des molécules de la matiere ſubtile intérieure du liquide aura diminué de *6* degrez, tandis que l'agitation de celle du dehors n'a diminué que d'un dégré.

Pour appliquer un pareil calcul

à la seconde minute; il faut prendre garde que les augmentations de surface & de densité doivent croître à proportion des diminutions précedentes de la vitesse : ainsi après avoir compté 2 d'augmentation de surface, & 3 d'augmentation de densité pendant la premiere minute, il faudra peut-être compter 3 de surface & 4 de densité pour la seconde minute; ce qui donne douze degrez de diminution de vitesse pour cette seconde minute. C'est pourquoi l'on peut concevoir que les diminutions de chaque minute suivent quelque progression semblable, 6. 12. 24. 48. &c. & qu'après la quatrieme minute, l'agitation de la matiere subtile extérieure n'ayant diminué que de 4 degrez, celle de la matiere subtile intérieure aura diminué de $6+12+24+48$, c'est-à-dire, de 90 degrez.

On voit par là combien la matiere subtile du dehors, dans cette interruption continuë & successive

de léquilibre avec celle du dedans, doit gagner promptement des forces pour comprimer les parties intégrantes du liquide dont elle enveloppe toûjours de plus en plus la maſſe totale, à meſure qu'elles ſe touchent davantage intérieurement. C'eſt par là auſſi qu'on doit expliquer en partie la promptitude avec laquelle la plûpart des liquides ſe glacent, en comparaiſon de la lenteur avec laquelle ils ſe dégélent.

CHAPITRE IV.

Des autres cauſes de la Congélation.

Du Nitre répandu dans l'air, & des Vents.

JE ne vois pas de véritable cauſe, de cauſe immédiate de la congélation des liquides, autre que la diminution du mouvement ou de l'agitation de la matiere ſubtile: toutes les autres n'y contribuënt qu'entant qu'elles procurent cette

diminution,, & elles ne sont à proprement parler que des causes moyennes & accidentelles. Il y en a donc autant de ces dernieres, qu'il peut y avoir de manieres differentes d'affoiblir l'activité de la matiere subtile. Je ne prétens toucher ici que les plus universelles. Nous en avons déja vû cy-dessus deux de ce genre, sçavoir l'éloignement du Soleil, & la quantité d'air que ses rayons peuvent avoir à traveser : mais il y en a encore deux autres assez fréquentes, & assez générales.

L'une, c'est le *Nitre* subtil qui se répand quelque fois dans l'air, & qui y cause, même au milieu de l'Esté, un froid si violent, que les lacs & les rivieres en sont glacées. Cela arrive dans les pays dont le terrain contient beaucoup de Nitre ou de Salpêtre, comme par éxemple, à la Chine ; & il y a telle Province dans ce Royaume, où il ne faut que creuser la terre à trois ou quatre pieds de profondeur,

pour en retirer *des mottes toutes gélées & des monceaux de Glace*, dans les mois de Juillet & d'Août.* L'autre, c'est le *Vent* qui soufle sur la surface des liquides.

* Dans la Provinc. de *Leaò-tum*; entre les 38 & 42 deg. de Latit. Voyage de l'Emp. de la Ch. dans la Tartarie Occid. en 1683. par le P. *Verbiest.*

Du Nitre répandu dans l'air.

Pour comprendre la raison de la premiere de ces deux causes, observez que l'air est un fluïde fort branchu & fort rameux : l'Atmosphére est selon la plûpart des Physiciens comme un amas de laine ou de crin, ou peut-être comme un tas de petites lames spirales,* ou de telle autre figure qu'on jugera la plus propre à leur donner du ressort; car c'est de leur ressort qu'on conjecture la maniere dont elles sont faites.

* Hist. de l'Academie 1702. p. 2.

Les corpuscules nitreux au contraire ou les parties intégrantes du Nitre, & en général de la plûpart des sels, ressemblent à de petites pyramides droites, roides & pointuës, à des aiguilles courtes

& angulaires comme des cloux, ou à de petits dards. On le juge ainsi par le picotement que les sels excitent sur les fibres du Palais, & sur les papilles nerveuses de la langue; par les esprits qu'on en retire, qui sont de forts & prompts dissolvans; par les figures qu'ils affectent dans leurs crystallisations; & par la figure même que d'habiles observateurs ont vû qu'ils avoient, par le moyen du Microscope.

Cela posé; imaginons qu'une grande quantité de corpuscules nitreux viennent à s'éxalter, & à se répandre dans l'air, soit par la chaleur du Soleil, soit par telle autre cause qu'on voudra. Ce seront tout autant de cloux ou de petits dards qui s'enfonceront & s'embarasseront entre les rameaux de l'air ou entre ses lames spirales; & réciproquement, ces rameaux & ces lames étant embarassées par eux, se joindront plusieurs ensemble, feront des pelotons plus gros, & plus

ſerrez qu'auparavant, & cet air & ces corpuſcules nitreux, ce tout ou cet amas formera un corps plus compacte & plus denſe. Or que l'activité que le Soleil communique à la matiere ſubtile, ſoit émouſſée par une plus grande épaiſſeur d'Atmoſphére, comme il arrive en hiver, ou par un aſſemblage d'air & d'autres corps qui forment un tout plus mince que n'eſt l'Atmoſphére priſe obliquement, mais en même tems beaucoup plus denſe, & plus propre à éteindre le mouvemeut d'un fluide; que ce ſoit, dis-je, par telle de ces deux cauſes qu'on voudra, que la matiere ſubtile ſe trouve affoiblie, c'eſt quant à l'effet, une ſeule & même choſe. De l'affoibliſſement de la matiere ſubtile ſuivra la congélation des Rivieres, des Lacs & des veines d'eau qui coulent près de la ſuperficie de la terre.

Il eſt vrai qu'à l'égard de ces Glaces qu'on trouve ſous terre en

Eté, il y a aparence qu'elles subsistent long-temps aprés que celles qui étoient exposées à l'air libre sont fonduës; car cet air y peut moins pénétrer, & lors qu'il y pénetre, ce n'est qu'après s'être chargé d'une très-grande quantité de corpuscules nitreux, en passant au travers d'une terre où ils abondent. Il en est de même des vapeurs & des éxhalaisons, qui pourroient fondre ces Glaces: le nitre ne les embarasse pas moins, & consequemment toute la matiere subtile ambiante en est engourdie. Il doit même arriver souvent dans ces endroits, que les Glaces se fondent plûtôt en Hyver qu'en Eté: car dans l'Eté la chaleur du Soleil volatilise le nitre, & le met en état de s'incorporer, & de s'embarasser avec l'air & avec les éxhalaisons de la terre, au lieu qu'en Hyver ses pointes s'affaissent plus aisément les unes sur les autres, & perdent par-là le degré d'agitation, & de subtilité né-

ceſſaire, pour pénétrer l'air, & les éxhalaiſons. Ainſi un froid modéré doit être plus propre à fondre les Glaces ſoûterraines, dans les païs abondans en nitre, qu'une extrême chaleur.

La fameuſe Caverne de Franche Comté à 5 lieuës de Beſançon, vulgairement appellée *la Glaciere*, eſt un cas particulier ou un échantillon de ce qui arrive dans les grandes contrées. Car en Eté il y fait un froid inſuportable; le fond en eſt couvert de 3, 4, ou 5 pieds de Glace, ſelon la quantité d'eau qui y eſt tombée de la voute, & le dégel n'y commence que vers le mois de Septembre. Une perſonne * qui l'éxamina il y a quelques années avec des yeux de Philoſophe, trouva que *les terres du voiſinage, & ſur tout celles du deſſus de la voute, ſont pleines d'un ſel nitreux, ou d'un ſel Armoniac naturel.* Nous verrons en ſon lieu, que le ſel Armoniac ne doit

* M. *Billerez* Profeſſeur d'Anatom. & de Bot. à Beſançon, en 1711. hiſt. de l'Acad. 1712. p. 22.

pas être moins propre que le Nitre à produire de semblables congélations.

Des Vents.

Enfin pendant le froid & la gelée, le vent sec contribuë à la congélation.

Car l'air qui se trouve en repos sur la surface d'un liquide, prend à peu près le degré de froideur de ce liquide. Or avant la congélation ce liquide n'est pas au degré de froideur de l'air qui doit le glacer. Donc l'air qui touche sa surface n'est pas encore au degré de la congélation, & par consequent il laisse alors à la matiere subtile qu'il contient plus de liberté de se mouvoir, que lors que par la communication d'un air plus froid, il sera devenu lui-même plus froid ou plus dense. Ainsi la matiere subtile, qui coule entre les interstices du liquide, & dont le mouvement est toûjours proportionné au mouvement de celle qui l'entoure immédiatement

médiatement, n'eſt pas encore aſſez affoiblie pour permettre la congélation. Mais ſi l'on hâte la communication de la froideur à la ſurface du liquide, en chaſſant violemment l'air qui la touche, & en mettant à ſa place un air plus froid & plus denſe, & tel qu'il le faut pour procurer la congélation, on affoiblira la matiere ſubtile extérieure qui touche le liquide; & par ce même moyen, celle qui y eſt renfermée, laquelle doit toûjours diminuer de mouvement juſqu'à ce qu'elle ſoit abaiſſée au degré néceſſaire, pour demeurer en équilibre avec la premiere. Neanmoins cet affoibliſſement n'iroit pas encore au degré de la congélation, ſi le nouvel air reſtoit en repos dans cét état; car il acquerroit, & il retiendroit pendant quelque temps un peu de la chaleur qui étoit auparavant dans le liquide; & le tout, c'eſt-à-dire, ce nouvel air, la matiere ſubtile qui y eſt

engagée, & celle qui est dans le liquide, se mettroient à un degré moyen de froideur, qui participeroit de la froideur précedente du liquide, & de la froideur répanduë aux environs dans l'air extérieur. Mais si l'on continuë à chaque instant de chasser l'air de dessus la surface du liquide, & qu'on y en substituë toûjours un qui soit au degré de froideur nécessaire pour la congélation, il est évident qu'à la fin il communiquera au liquide son degré de froideur, ou diminuera son mouvement jusqu'à la congélation. Or c'est là ce que fait le vent, il emporte continuellement l'air chaud ou moins froid, qui étoit sur la surface du liquide pour se mettre à sa place: & c'est par-là qu'il rend la congélation plus prompte. Ce n'est qu'en chassant ainsi de dessus nôtre peau une petite Atmosphére d'air échauffé par la chaleur du sang, & par la transpiration, qu'un éventail ex-

cite en nous le sentiment de la fraîcheur.

Cependant il y a bien des gens qui s'imaginent que le vent est un obstacle à la formation de la Glace; & il est vrai que lors que le vent a beaucoup de prise sur une grande surface d'eau, comme sur les Fleuves, sur les Lacs & sur les Mers, il les empêche de geler, en tant qu'il les agite, qu'il ôte à plusieurs parties intégrantes du liquide le temps de s'unir, & qu'il sépare par des secousses continuelles celles qui s'étoient déja unies. Mais il est toûjours certain en général, que le vent doit accélerer la congélation, par la raison que j'en ai donnée. Pour s'en convaincre il n'y a qu'à en faire l'expérience en même temps en deux lieux differens, & l'on verra combien l'eau exposée à un vent sec, dans un vaisseau médiocrement large, sera plus promptement gelée que celle qu'on aura mise à l'abri du vent,

quoi que le froid y soit le même.

Un Phénomene semble pourtant favoriser là-dessus l'erreur vulgaire ; c'est que non seulement le Thermometre à esprit de vin ne baisse pas au vent, mais encore qu'il hausse, lors qu'on en souffle la boule avec un soufflet.

Mais le Thermometre ne baisse pas au vent, (du moins cela n'est guere sensible,) parce que le verre ne permettant point le passage au nouvel air que le vent apporte, & le vent n'étant point par lui-même plus froid que l'air calme, l'esprit de vin est toûjours exposé au même degré de froid, tant qu'il est dans un air également froid, sans que l'agitation ou le calme y causent aucune altération. Et il hausse sensiblement lors qu'on pousse contre lui de l'air avec un soufflet ; * parce que cét air est réellement plus chaud que celui qui étoit auparavant au tour du Thermometre ; soit à cause du lieu d'où

* Mem. de l'Academie 1710. pag. 544. 546.

eſt pris le ſoufflet, ſoit à cauſe de la double agitation que reçoit cet air, par l'attraction & par la compreſſion du ſoufflet, où il entre, & d'où il ſort par un tuïau étroit, & avec violence.

On voit bien, ſans que je le diſe, que quand les vents ont paſſé par des montagnes chargées de neiges, ou ſur des terres fort nitreuſes, ils en ſont d'autant plus propres [redacted] à produire & à hâter la congélation, & qu'ils deviennent alors une cauſe compliquée avec les précedentes.

CHAPITRE V.

De la difference des congélations, ſelon la difference des liquides en général.

Des liquides qui ne ſe gélent point, de ceux qui ſe coagulent.

LA difference des congélations peut conſiſter ou dans leur promptitude, ou dans leurs forces, ou dans pluſieurs autres circonſtan-

ces qui varient à l'infini, selonla nature & les proprietez du liquide.

Pour s'en faire une idée générale, il suffit de se rappeller ce qui a été dit ci-dessus, de la difference qu'il y peut avoir entre les liquides, par la grosseur, par les figures & par les densitez differentes des parties qui les composent. Car les mêmes combinaisons d'où resultent leurs differens degrez, & leurs differentes especes de liquidité, doivent produire tout autant de sortes de Glace. Il est évident, par exemple, que toutes choses d'ailleurs égales, un liquide dont les parties intégrantes sont plus grosses, ou plus rameuses, ou moins polies, ou plus denses, doit se géler plûtôt que celui dont les parties auroient des qualitez contraires; puisque ce sont autant de circonstances qui diminuent l'activité de la matiere subtile qu'ils renferment, de laquelle le mouvement peut seul differer leur congélation.

Les liquides qui se gélent facilement, & dont la Glace n'est pas dure, comme l'huile d'Olive, la graisse fonduë, &c. ont apparemment des parties intégrantes plus rameuses, & avec cela plus souples que celles des liquides dont la Glace est plus ferme. Les petits filamens & les rameaux de ces parties peuvent leur procurer la promptitude de la congélation, & leur souplesse peut en empêcher la dureté.

Pour les liquides simplement aqueux, j'ay remarqué qu'ils se glacent presque tous dans le même temps, & qu'il n'y a que certaines circonstances dont on ne s'aperçoit pas quelque fois, dans les expériences qu'on en fait, qui sont l'unique cause des differences qu'on y trouve. Car un vase où il y aura eu quelque liqueur spiritueuse, ou quelque sel, qui sera moins net, plus grand, ou d'une differente figure, un rien, pour ainsi dire, est ca-

pable de produire des differences considérables dans la congélation de deux liqueurs homogenes, ou même dans celle de deux portions semblables d'une même liqueur.

Des liquides qui ne se gélent point.

Comme il n'y a pas de corps, quelque solide qu'il soit, qui ne se fonde, & ne se vitrifie par un feu violent, je crois aussi qu'il n'y a point de liquide qui ne puisse à la rigueur, être fixé ou changé en Glace par un froid extrême. Si l'on trouve jamais le moyen de ramasser en un point tout le froid d'un grand espace, comme on a déja eu l'art de rassembler en un foyer les rayons du Soleil; si l'on trouve dis-je, une machine pour augmenter le froid, équivalente aux miroirs dont on se sert pour multiplier la chaleur, je ne doute pas qu'on ne voye en ce genre des Phénomenes aussi curieux, & aussi inesperez, que ceux qu'on a vû au

miroir ardent du Palais Royal. * Je n'entends donc par des liquides qui ne se gélent point, que ceux qui ne se gélent que très-difficilement, ou qu'on n'a point encore vû geler chez nous; quoique peut-être dans Saturne ils fassent partie des montagnes & des rochers de la Planete, comme dans Mercure nos métaux les plus durs pourroient bien faire partie des Mers & des Rivieres.

* Voyez en le Détail, hist. de l'Acad. 1699. pag. 90. Hist. & Mem. 1702. pag. 34. & 141.

Les liquides spiritueux qui ont des parties fort tenuës, fort légéres & fort environnées de la matiere subtile, sont ceux qui se gélent le plus difficilement. L'agitation de cette matiere doit être presque aussi grande dans leur intérieur qu'au dehors; & leur légéreté jointe à la facilité avec laquelle ils s'évaporent le prouve d'une maniere sensible. Par leur construction leur matiere subtile intérieure a plus de mouvement que celle des autres liquides, & par cette même cons-

truction, elle en perd moins que les autres, lorsque celle du dehors vient à s'affoiblir. Par exemple, tandis que selon la supposition & le calcul du chap. 3, cy-dessus, la diminution d'un degré de vitesse de la matiere subtile du dehors aura produit après une minute, une diminution de 6 degrez sur la matiere subtile qui est renfermée dans l'eau, elle ne produira peut-être pas une diminution de 2 degrez sur celle de l'esprit de vin; & de plus, au lieu de cette progression 6. 12. 24. 48. &c. que pourroient suivre les diminutions de la matiere subtile intérieure de l'eau à chaque minute, les diminutions de celles de l'esprit de vin ne donneront peut-être que celle-ci, 2. 3. $4\frac{1}{2}$. $6\frac{3}{4}$. &c. C'est pourquoi lorsque la vitesse de la matiere subtile de l'eau aura diminué de 90 degrez, celle de l'esprit de vin n'aura diminué que d'environ 16 degrez: & si l'on faisoit l'agitation de cette der-

niere, avant l'affoibliſſement, de 100 degrez plus grande que l'agitation de celle de l'eau, il lui reſteroit encore après cette diminution près de 84 degrez de viteſſe au deſſus de la viteſſe qu'avoit la matiere ſubtile intérieure de l'eau avant que de s'affoiblir. Ainſi l'on peut juger quelle augmentation de froid il faudroit, ſelon cette hypotheſe, pour geler l'eſprit de vin, après la congélation de l'eau. On dit qu'il gela en partie dans quelques lieux pendant le grand froid de 1709 : mais il falloit que l'eſprit de vin auquel cela arriva ne fut pas bien rectifié ; car un de mes Thermometres * demeura expoſé à l'air pendant les plus grands froits de cette année la, & je n'y vis jamais la moindre apparence de Glace ; quoique dans le païs où j'étois l'eſprit de vin ſe renfermat quaſi entierement dans la boule.

* Petit Thermometre de Mr. Amontons.

Il y a des huiles qu'on ne voit preſque jamais geler, telles que ſont par exemple, l'huile de Lin, de

Térébentine, &c. Leurs parties intégrantes ne sont pourtant pas assez deliées pour s'évaporer, comme celles des liqueurs spiritueuses mais la figure de ces parties, qui sont peut-être des spheroïdes souples & glissans, peut réparer leur moins de ténuïté.

L'esprit de Salpêtre, l'esprit de Vitriol & la plûpart des eaux fortes ne se glacent point aussi, quoique leurs parties intégrantes ne soient pas sans doute, ni si tenuës que celle de l'esprit de vin, ni si souples que celles des huiles dont je viens de parler. Mais elles sont si incisives, qu'il y a apparence, qu'elles ressemblent à des pointes de lancette lisses & tranchantes, qui se tiennent mutuellement séparées & en mouvement, par l'effort continuel qu'elles font, à la maniere des coins, contre celles de leurs voisines qui seroient prêtes à se joindre.

Pour le Mercure il est très cons-

tant qu'il ne se géle jamais, du moins dans nos climats. Cependant ses parties doivent être fort pesantes, fort dures & fort compactes. Mais cette même dureté doit les rendre plus propres à recevoir un plus beau poli; & avec cela, une parfaite rondeur & cette extrême petitesse, qui les fait passer aisément au travers des pores les plus étroits, peuvent compenser leur pesanteur, & procurer à la matiere subtile toutes les facilitez nécessaires pour les tenir toûjours en mouvement.

De la Coagulation.

Il y a une autre sorte de liquides qui meritent qu'on y fasse ici une attention particuliere; ce sont ceux qui, comme tous les autres, se glacent par un froid violent, & qui de plus se figent & se coagulent, les uns par la chaleur seulement, les autres par une grande chaleur & par un froid médiocre.

Le blanc des œufs est de la premiere espece; le sang est de la seconde. Ces liquides sont très-composez; leurs parties propres ou intégrantes sont fort grosses, & nagent dans un suc glissant qui fait toute leur liquidité, ou dans une humeur lymphatique beaucoup plus subtile qu'eux. De ce mélange naît un effet semblable à celui de la congélation, & par une cause semblable, quoique en apparence toute contraire. Car au lieu que c'est le froid ou la diminution de mouvement de la matiere subtile & du feu, qui produit la congélation, c'est ici le feu même & l'augmentation de mouvement qui produisent la coagulation. Mais la liqueur dans laquelle nageoient les parties intégrantes des liquides coagulez par le feu, faisant leur liquidité, comme la matiere subtile faisoit la liquidité de l'eau, & de cette liqueur même dont nous venons de parler; il est evident que le feu qui

chaſſe cette liqueur d'entre leurs inſterſtices, ou qui la fait évaporer, de même que le froid chaſſe une partie de la matiere ſubtile qui eſt dans l'eau, il eſt dis-je évident, que le feu produit la coagulation par la même méchanique que le froid produit la Glace.

Ce n'eſt pas une ſimple hypotheſe que la groſſeur que j'attribuë aux parties intégrantes des liquides qui ſe coagulent, non plus que la lymphe dans laquelle j'ay dit qu'elles nageoient. Il y a plus que conjecture là deſſus; on le voit avec le Microſcope; on voit le ſang, par exemple, couler dans les arteres & dans les veines des nageoires d'un Poiſſon, comme de petits grains d'un rouge noirâtre, qui ſont emportez dans une liqueur claire & tranſparente. Un Hollandois * fameux ſur cette matiere a même diſcerné la figure de ces grains, en a determiné la groſſeur, & une des plus célébres Académies

* *Leuvvenboeck*, obſervations faites avec le Microſ-

cope sur le sang, le lait, le sel &c. communiquées à la Societé Royale d'Anglet. traduit en François par Monsf. Mesmin,

de l'Europe admira son adresse, sa pénétration & sa constance dans ces recherches. Les parties intégrantes du sang humain sont autant de globules, qui ne sont que vingt cinq mille fois plus petits qu'un grain de sable ; chacun d'eux est composé de six autres ; chacun tourne autour de son centre ; ils sont molets, fléxibles & pesants ; & de là vient que dès que le sang est hors des veines, & que la sérosité dans laquelle nagent ses globules s'est un peu refroidie, & a perdu son mouvement, ils tombent au fond du vaisseau, ils s'affaissent, ils s'applatissent les uns sur les autres, & laissent au dessus d'eux ce fluide plus subtil qui leur procuroit toute leur agitation.

Ressouvenons - nous ici de ce monceau de sable que nous avons imaginé au commencement de ce discours, dans un vaisseau plein d'eau boüillante. A force de feu l'eau se dissipe & s'en va en vapeur,

&

& c'eſt là une maniere dont ce tout pouvoit perdre ſa liquidité. Mais ſi l'on ôte ſeulement le vaiſſeau de deſſus le feu, l'eau qui agitoit les grains de ſable, ſe refroidit, ſe calme, & le ſable tombe au fond du vaiſſeau; ce qui fait une ſeconde maniere dont ce tout pouvoit ceſſer d'être liquide. Il n'en arrive ni plus ni moins à des compoſez tels que le ſang, lorſqu'ils ſe coagulent par le froid; ſinon que leurs parties intégrantes étant molles, fléxibles, & imprégnées outre cela de quelque ſuc glutineux, elles s'applatiſſent & s'attachent les unes aux autres, & forment un corps mou, au lieu que les grains de ſable étant durs & ſecs, ne feroient plus étant ſeuls, qu'un ſimple fluide. Mais ſi l'eau avoit diſſous quelque ſuc pareil contenu dans les grains de ſable, leur aſſemblage formeroit une veritable coagulation, ou comme on dit plus proprement, une *concrétion pierreuſe*, tout-à

fait semblable à celles qu'on remarque dans certaines grottes.

Je ne parle point de cette espece de coagulation ou d'épaississement, qui arrive à certains liquides par leur mélange avec d'autres corps, ou avec d'autres liquides ; car outre que cela nous jetteroit dans un trop long détail, je ne crois pas que ces sortes de coagulations ayent beaucoup de rapport à la matiere que je traite. Par exemple, lorsqu'après avoir versé quelque acide dans les veines d'un animal, son sang se fige & se coagule ; ce n'est ni par l'effusion de la matiere subtile, ou de la lymphe dans laquelle nagent les globules du sang, ni par aucune sécrétion des parties qui le composent, mais seulement parce que ces globules se trouvant pénétrez & tout hérissez des piquants de l'acide, comme autant de marrons dans leurs enveloppes, ils ne sçauroient plus tourner sur leurs centres, ni glisser les uns sur les

autres de même qu'auparavant.

Cette idée générale de la difference des congélations, selon les liquides qui en sont le sujet, suffit, si je ne me trompe, pour montrer que quelque extraordinaires qu'elles soient, elles ne s'écartent point de la théorie que j'établis dans cette premiere partie de mon ouvrage. J'espére que l'accord de mes principes ne paroîtra pas moins dans la seconde, par l'application particuliere que j'en vais faire aux principaux Phénomenes de la Glace.



SECONDE PARTIE.

Des principaux Phénomenes de la Glace.

LA recherche des Phénomenes particuliers de la congélation de chaque liquide, demanderoit un ouvrage d'une toute autre étenduë que cette Dissertation. Je m'arrête donc aux Phénomenes de la congélation de l'eau, & entre ceux-ci, je ne retiens que ceux qui me paroissent les plus importans, les plus curieux & les plus propres à faire connoître la véritable nature de la Glace. Ce n'est ici proprement qu'un essai sur quelques cas particuliers de la congélation en général. Il est vrai que l'eau étant celui de tous les liquides sur lequel tombe le plus communement l'idée de la Glace, je l'ai toûjours euë plus particulierement en vûë que tous les autres, dans la plûpart des expériences que ce rude hiver

m'a permis de faire sur ce sujet. J'ai vérifié moi-même non seulement toutes celles que je rapporte, ou qui se trouvent dans les auteurs que je cite ; mais encore plusieurs autres dont la suite naturelle de mes recherches & de mes doutes me faisoit naître l'idée. Persuadé qu'on ne sçauroit trop observer quand il s'agit de découvrir le secret de la nature, dans la production de certains effets, souvent plus difficiles à prévoir qu'à expliquer, je n'ai épargné dans cette occasion, ni les yeux d'autrui, ni les miens, & à l'égard des faits, j'ai poussé mon éxactitude jusqu'au scrupule.

Pour garder quelque ordre dans l'exposition des Phénomenes de la congélation de l'eau, je considéreray d'abord la Glace de l'eau dans ses commencemens, ensuite dans sa perfection ou lorsqu'elle est toute formée, & enfin dans sa destruction ou dans le dégel. Je finirai par l'explication des effets des sels par rapport à l'eau & à la Glace.

CHAPITRE I.

De la congélation de l'eau dans ses commencemens.

Des premiers filets de la Glace, des bulles d'air qui se voyent dans l'eau quand elle commence à se geler, & des divers effets qu'elles produisent.

Des premiers filets de la Glace.

L'EAU commence à se geler par des filets vers sa superficie ; ces filets touchent d'ordinaire par un de leurs bouts aux parois du vaisseau qui la contient, ils sont diversement inclinez à ces parois ou font avec elles divers angles, rarement l'angle droit. A ces filets il s'en joint d'autres qui leur font de même diversement inclinez, & à ceux-ci d'autres encore, & ainsi de suite, jusqu'à ce qu'ils forment

un premier tiſſu de Glace, qui devient toûjours plus épais, à meſure que le froid continuë ou qu'il augmente. Voyons les raiſons de ces Phénomenes, & premierement, pourquoi la Glace commence par des filets.

Quelque égale que paroiſſe une corde dans toute ſa longueur, il y a toûjours Phyſiquement parlant, un endroit plus foible que les autres, par où elle rompt, ſi elle eſt trop tenduë. Il n'y a pas de corps dans la nature qui ſoit ſi parfaitement uniforme, qu'il n'admette quelque interruption, ou quelque inégalité de parties: les liquides ne ſont pas éxempts de cette loy générale; ils ont ſans doute quelques-unes de leurs parties intégrantes plus groſſes, moins polies que les autres, ou plus ſerrées entre elles. Or il eſt évident par l'explication que j'ai donnée de la formation de la Glace, que c'eſt par là que doit manquer leur liquidité ou que doit commencer leur

congélation. Un petit amas de ces parties moins mobiles, plus raboteuses, ou plus près les unes des autres, forme le premier Glaçon: ce premier Glaçon formé, les parties voisines doivent s'y attacher & se geler plûtôt que celles qui en sont éloignées, parcequ'il leur communique une partie de sa froideur; & voici comment je conçois que se fait une pareille communication.

Plus les parties intégrantes d'un liquide sont prêtes à se geler, plus elles sont denses & difficiles à mouvoir, & plus la matiere subtile trouve-t-elle de difficulté à les écarter & à passer entre leurs interstices. Mais quand enfin ces parties sont une fois attachées les unes aux autres, fixes & toûjours dans le même arrangement entre elles, les passages deviennent à la vérité plus étroits; mais ils ne varient plus, il ne s'y fait plus d'interruption, & la matiere subtile qui a commencé de couler par leurs insterstices & par

leurs pores, peut y continuer son mouvement sans obstacle : car rien ne s'y met plus à la traverse, comme il arrivoit à tout moment, pendant l'agitation en tous sens des parties intégrantes du liquide & avant la congélation. Donc la matiere subtile embarassée dans les parties d'eau voisines d'un Glaçon, & entre lesquelles elle trouve plus de difficulté à se mouvoir, doit passer dans les petits canaux du Glaçon, puisqu'elle y rencontre une moindre résistance & plus de facilité à à continuer son mouvement. Car comme il a été remarqué, c'est une loy invariable, qu'un corps ou un fluïde pressé de tous côtez, s'échape vers celui où il est le moins pressé. Imaginons donc que ces parties d'eau voisines viennent à former un second Glaçon qui s'attache au premier; leur jonction produira une longueur selon laquelle la matiere subtile a de plus longs canaux à parcourir, & par consequent plus

de facilité à continuer son mouvement, qu'elle n'en avoit dans un seul : c'est pourquoi il s'y en attachera bien-tôt d'autres en même sens, & à ceux-ci d'autres encore ; ce qui formera cette petite chaîne ou ces filets, par où l'on voit toûjours commencer la Glace, lorsqu'on l'observe attentivement.

Les deux premiers Glaçons formez, il n'y a pas de difficulté que les autres ne doivent s'attacher à eux bout à bout : mais il semble qu'on pourroit conçevoir qu'il s'en devroit former d'abord plusieurs à la fois autour du premier, lesquels feroient autant de rayons dont il seroit le centre ou le noyau. Or de là naîtroient toûjours des pelotons de Glace & non des filets ; & je ne doute pas que cela n'arrive ainsi aux liquides dont les parties intégrantes sont rondes ou cubiques ou même crochuës & rameuses : c'est pourquoi il faut nécessairement que les parties de l'eau soient lon-

gues. Il eſt clair qu'un paquet d'une vingtaine de bâtons de cire d'Eſpagne, par exemple, laiſſeroit plus de paſſage à l'air ſelon ſa longueur que ſelon ſa largeur. De même les premiers Glaçons, qui ne ſont autre choſe que de ſemblables paquets en petit, laiſſant beaucoup plus d'ouverture à la matiere ſubtile ſelon leur longueur, que ſelon leur largeur, doivent ſe joindre entre eux bout-à bout, plûtôt qu'en aucun autre ſens.

Secondement, les premiers filets de Glace ſont couchez horiſontalement ſur la ſurface de l'eau ; parceque la ſurface eſt plus expoſée au froid que le dedans, & que ſelon l'explication que j'ai donnée de la formation de la Glace, c'eſt par les extremitez du liquide que la congélation doit commencer ; & de plus parce qu'en quelque endroit que ſe forment les filets, lorſque la congélation n'eſt pas extrêmement prompte, ils ont le temps de monter à la ſurface ſupérieure, étant

plus légers qu'un pareil volume d'eau, comme je le montrerai dans le Chapitre suivant. C'est pour cela que lorsque ces filets se trouvent un peu plus plats, & plus tranchans d'un côté que d'autre, par exemple, comme des Canifs, le dos de la lame est toûjours en haut, & le tranchant en bas.

Troisiemement, les filets tiennent d'ordinaire par un de leurs bouts aux parois du vaisseau ; par la raison que j'ai dite ci-dessus, que la congélation doit plûtôt commencer par les extremitez, & par consequent plûtôt vers les endroits plus minces, que vers ceux où il y a une grande épaisseur d'eau à traverser. Car comme la surface supérieure est la partie du liquide la plus exposée au froid, les bords de la surface près des parois du vaisseau, sont ce qu'elle a de plus aisé à pénétrer par le froid.

J'y trouve encore une autre raison, & je dis, que quand même les

filets se formeroient vers le milieu de la surface, ils iroient bien-tôt d'eux-mêmes s'attacher aux parois du vaisseau. Pour le prouver, je suppose qu'on soit instruit d'un Phénomene assez curieux, qui se trouve expliqué dans quelques traitez de Physique: * c'est que tout corps qui nage sur l'eau, qui se moüille facilement, ou contre lequel l'eau s'applique, va toûjours se joindre aux parois du vase qui contient l'eau, en quelque endroit de la surface qu'on le mette, lorsque le vase est lui-même moüillé par cette eau, & qu'il n'en est pas tout-à-fait plein. Au contraire ce corps viendroit toûjours des parois vers le centre de la surface, si le vase étoit enduit par dedans d'huile, de suif, ou de telle autre matiere qui ne s'unit pas aisément avec l'eau. Donc il est évident qù'en quelque endroit de la surface de l'eau que se trouvent les premiers filets de Glace, ils doivent s'aller attacher aux parois du

* Voyez surtout la Physique de M. Bayle 1. part. Phy. gener. disp. 7. pr. 21. probl. 8.

vaisseau: & cette seconde raison est si essentielle, que l'effet cesse dès qu'elle n'a plus lieu, quoique la premiere subsiste: car j'ai vû très-souvent de ces premiers filets de Glace flottans au milieu de la superficie de l'eau du vase dont les parois intérieurs avoient été enduites de quelque graisse, les uns formez vers le milieu & s'y arrêter, quelques autres formez contre les parois & s'en détacher pour aller vers le milieu, sitôt qu'ils avoient acquis une certaine grandeur. Lors qu'on remplit le vase jusques par-dessus les bords, en sorte que l'eau monte une ou deux lignes au delà, le corps flottant & moüillé qu'on y fait nager va toûjours vers le milieu de la surface, de même que si le vase n'étant pas plein il avoit été frotté d'huile ou de suif en dedans; car dans ces deux cas la surface de l'eau est également convexe vers les bords. Mais l'effet n'en est pas toûjours le même par rapport

aux filets de Glace : ceux qui ſont formez vers le milieu y demeurent ; mais ceux des bords ne s'en détachent pas pour paſſer vers le milieu, ſur tout lorſque le vaſe eſt de verre ou de quelque autre matiere dure. C'eſt que la matiere ſubtile qui paſſe dans les pores du verre & dans ceux du filet de Glace déjà formé contre le verre, s'y meut à peu près de la même maniere ; au lieu que la graiſſe ou l'huile étant fort étérogenes au verre & à la Glace, par la configuration de leurs pores, la matiere ſubtile ne ſçauroit paſſer uniformement des uns dans les autres, & peut-être qu'elle s'y repouſſe de part & d'autre, d'une maniere tout-à-fait ſemblable à ce qu'on croit qu'il lui arrive, lorſqu'on préſente deux pierres d'Aimant l'une à l'autre par le même Pole.

Quatriémement les premiers filets de Glace ſont diverſement inclinez aux parois du vaiſſeau, ou ſont

avec elles divers angles, & rarement l'angle droit; de sorte que si le vaisseau est rond comme un gobelet, par exemple, ils représentent des parties de cordes du cercle, & non des portions de diametres. La premiere raison qui s'en offre à l'esprit, c'est que l'angle droit étant unique, & tous les autres, sans cesser d'être obtus ou aigus, pouvant varier à l'infini, de plusieurs aiguilles qui sont jettées au hazard sur un cercle, la plus grande partie doivent faire divers angles aigus & obtus avec les tangentes des points de la circonference où elles ont un de leurs bouts, & très peu d'entre elles doivent faire l'angle droit. Mais si cette raison avoit lieu, il y auroit un plus grand nombre d'angles fort aigus & de filets couchez contre les parois, qu'on n'en voit ordinairement: car j'ai remarqué que ces angles ne sont quasi jamais au dessous de 30 degrez. Je crois donc qu'un premier filet de Glace formé doit

doit tendre, s'il eſt ſeul, à ſe joindre perpendiculairement aux parois du vaiſſeau; parceque, comme il a été remarqué, la matiere ſubtile coulant plus aiſément ſelon ſa longueur, que ſelon ſa largeur, & dans les parois du vaſe, s'il eſt de verre, que dans l'eau ou dans l'air, elle doit pouſſer le filet de Glace vers les parois du vaiſſeau, à angles droits. Mais ce filet de Glace n'eſt pas plûtôt formé, qu'il commence à s'en former de ſeconds à côté de lui, ainſi que nous l'allons expliquer tout-à-l'heure, & on les apperçoit quelque fois avec une Loupe, avant qu'ils paroiſſent à la vûë ſimple. Les ſeconds filets tenant au premier par leurs bouts, l'attirent du côté où ils ſe rencontrent plus forts, & en plus grand nombre; parce qu'ils tendent comme lui vers les bords du vaſe, & par la même cauſe. Quand ils ſont encore fort courts, leur attraction eſt petite, & quand ils deviennent d'une cer-

taine longueur, ils appuyent par l'autre bout contre les parois du vaisseau, ou contre d'autres filets de Glace qui ont eu le temps de se former à côté d'eux: ainsi ils ne peuvent jamais faire pancher beaucoup le premier filet de Glace contre les parois du vaisseau; ils en sont empêchez par ces obstacles quoiqu'ils ayent eu d'abord assez de force pour le détourner sensiblement de la perpendiculaire.

Lorsqu'il se rencontre quelqu'un des premiers filets appuyé à angles droits contre les parois du vaisseau, cela vient de ce qu'il s'est formé fort vite, qu'il est fort gros, qu'il est attaché à ces parois par une grande surface, où qu'il s'est fait de part & d'autre une égale quantité de seconds filets, ou qu'il ne s'y en est point fait du tout.

Enfin il se joint de seconds filets aux premiers, & qui leur sont diversement inclinez, par les mêmes raisons & de la même maniere que

les premiers s'étoint joints aux parois du vaisseau. Il faut seulement remarquer que de seconds filets s'étant formez tout auprès d'un des premiers, ils ne s'attachent à lui, que parce qu'ils le rencontrent plûtôt que les bords du vaisseau ; & apparemment ils s'y attachent entre les bouts & à la suture des petits paquets de parties intégrantes d'eau, qui composent la chaîne ou le filet : car la matiere subtile les peut plûtôt traverser par ces endroits que par tout autre.

A ces seconds filets il s'en joint d'autres de même, & ainsi de suite jusqu'à l'entiere formation d'une pellicule de Glace. Il est rare neanmoins qu'on puisse appercevoir ces filets au-delà des troisiemes ou des quatriemes ; parce qu'ils se trouvent si cours, si petits & si près les uns des autres, qu'ils ont achevé un tissu quasi uniforme, avant que d'avoir acquis la grosseur nécessaire pour produire des réfractions diffe-

rentes de celles de l'eau ou pour être visibles.

Pour voir ce premier canevas de la Glace, il faut exposer de l'eau à une gelée fort lente, l'observer de temps en temps, & quand la premiere pellicule aura acquis l'épaisseur d'environ une demie ligne, la percer vers les bords de la jatte ou du vase, & faire écouler l'eau de dessous par inclination, en sorte que cette petite croute demeure seule & tenduë au dessus, comme une toile d'Araignée. Je me suis servi le plus souvent d'un grand vaisseau plat, qui étoit d'une couleur obscure en dedans, & qui avoit un trou vers le fond. Par ce moyen j'ay mieux discerné les filets de Glace, & j'en ay vuidé l'eau de dessous plus commodément, & sans les endommager. Mais je dois avertir qu'il regne une varieté prodigieuse dans la grandeur, le nombre, l'assemblage & les figures de ces filets; & que quelque soin qu'on y apporte

il eſt bien difficile de rencontrer deux congélations où ils ſoient abſolument ſemblables. Souvent ce ne ſont que des figures irregulieres, qui ne reveillent l'idée de rien de connu ; quelque-fois pluſieurs amas de filets paralleles reſſemblent au deſſein d'une raſe Campagne, qui n'eſt variée que par des champs diverſement ſillonnez : ici un premier filet fort gros, qui en a à ſes côtez un grand nombre de ſeconds couchez de part & d'autre uniformement, repreſente une plume avec ſes barbes; là quelques filets qui n'auront pû parvenir aux parois du vaiſſeau, ni ſe coucher contre quelque grand filet, ſe rangeront autour d'un centre en forme d'Etoiles, ou décriront une Croix de Malte façonnée par les bords, & mille autres figures ſelon les circonſtances qui les y déterminent. Mais les figures qui me paroiſſent les plus fréquentes ſont celles de morceaux de feüille, ou quelque fois de feüilles en-

tieres. Le premier filet de Glace, qui est ordinairement le plus gros, forme la queuë ou la côte de la feüille, les seconds qui s'attachent par un de leurs bouts à côté du premier, & les troisiémes qui s'attachent de même à ceux-ci, représentent les autres petites côtes, la nervure, les veines & ce reseau qu'on voit au dos de la plûpart des feüilles. Il n'est pas jusqu'à leurs découpures, qui n'y soient exprimées trés-distinctement, mais toûjours avec beaucoup de varieté; les unes à anse de panier, les autres en tiers-point & à dent de scie, comme des feüilles d'Ortie, ou de Rosier.

Ces découpures sont formées par les extrémitez & les pointes des seconds filets attachez à un des premiers; car les troisiémes & les quatriémes filets qui remplissent leurs intervalles, & qui achevent le reseau, commencent toûjours près de la côte, où il y a plus de Glace, & où les seconds filets sont

plus gros & plus ſerrez : & ſi en cet état ces feüilles ainſi formées viennent à s'élever un peu au deſſus de la ſurface de l'eau, parce qu'elles ſont plus légéres que l'eau, elles demeureront pendant quelque temps diſtinguées de tout le reſte de la pellicule de Glace qui ſe fait aux environs. Car les Glaçons voiſins ne ſe mettent guere à un niveau ſi éxact avec elles, qu'ils ne ſoient un peu plus ou un peu moins élevez ſelon leur differente groſſeur ; mais à meſure que la Glace ſe fait plus épaiſſe, ces inégalitez deviennent inperceptibles, parce qu'elles ne ſont quaſi rien par rapport à une épaiſſeur conſiderable, & que les réfractions de la lumiere ſe trouvent par tout ſenſiblement uniformes. On verra dans la ſuite de cette Diſſertation, la raiſon que j'ay eu d'expliquer les figures de feüille qui ſe voyent légérement tracées ſur la Glace, plus particulierement que toutes les autres. Du reſte les

découpures des Glaçons plats sont si ordinaires qu'on n'en arrache guere, qu'on ne les trouve tout dentelez au dessous ou à côté, comme de petites scies.

Des bulles d'air qui se forment dans l'eau, quand elle commence à se geler, & des divers effets qu'elles produisent.

L'eau contient beaucoup d'air, cela est constant par mille expériences, mais sur tout par la formation de la Glace. Car à mesure que l'eau approche de la congélation, ses parties intégrantes se resserrent, & chassent d'entre elles l'air qui y étoit renfermé : cet air qui étoit auparavant divisé en une infinité de gouttelettes ou parcelles trés-petites répanduës uniformement dans le liquide, venant à se trouver beaucoup plus comprimé vers les endroits où la congélation commence, que du côté où elle est plus retardée, s'échappe de ce côté-là,

s'y aſſemble & y forme des bulles ſi viſibles qu'elles ont quelque fois juſqu'à 2 ou 3 lignes de diametre. Ces bulles d'air ſe trouvent toûjours & plus groſſes & en plus grand quantité vers le centre & vers le fond du vaiſſeau, que vers les bords & la ſuperficie de la Glace; parce que c'eſt par les bords & par la ſuperficie du liquide que la congélation commence.

Quand l'eau ne ſe géle pas promptement, une partie des bulles d'air, qui ſont toûjours plus légéres que l'eau, ont le temps de monter du fond vers la ſuperficie, & de ſe dégager de l'eau, pourveu que la pellicule de Glace ne ſoit pas encore formée; mais ſi la congélation eſt rapide, la ſurface & les bords de l'eau ſe trouvant tout à coup extrêmement condenſez dans une grãde épaiſſeur, compriment & chaſſent avec violence vers le fond & vers le centre la plus grande partie de l'air qui étoit embaraſſé entre

leurs interstices : il en sort neantmoins quasi toûjours quelque peu, avant que la croute de Glace soit tout-à-fait achevée ; & cela est même d'autant plus visible, que la congélation est plus prompte. C'est que cette promptitude contribuë à produire de plus grosses bulles d'air, & plus capables par là de s'élever, & de diviser le liquide malgré sa condensation. Ainsi lorsque la congélation est prompte, il sort très-peu d'air de l'eau ; mais les bulles d'air qui en sortent sont plus grosses ; & au contraire quand la congélation est lente, il sort un très grand nombre de bulles d'air, mais fort petites.

Il y a d'autres bulles d'air dans la Glace, qu'on ne distingue qu'avec une Loupe, ou avec un Microscope, & elles s'y trouvent presque toûjours répanduës en très-grande quantité ; car l'eau qui approche de la congélation, après avoir poussé vers le côté le moins

dense, les premieres parcelles d'air qui forment les bulles visibles, ne laisse pas d'en retenir encore beaucoup qui ne s'assembleront que lorsque la condensation sera devenuë plus grande. Mais comme dans ce dernier periode les parties intégrantes du liquide sont beaucoup plus difficiles à écarter, & qu'il y en a même plusieurs qui commence à se fixer, les parcelles d'air ne peuvent plus s'assembler en si grand nombre, parce qu'elles ne sçauroient plus aller si loin se grossir de leurs pareilles; ainsi elles ne doivent plus former par tout que de petits globules imperceptibles.

Lors qu'on met de l'eau à geler dans un vase profond & étroit, tel que seroit un vaisseau cylindrique deux ou trois fois plus haut que sa base, l'air qui s'amasse vers laxe & vers le fond, si trouve d'ordinaire en si grande quantité, qu'il a la force non seulement de remonter, mais encore de rompre le mi-

lieu de la premiere croute de Glace qui s'étoit formée sur l'eau. C'est cét effort de l'air qui rend ordinairement le milieu de la superficie de la Glace plus élevé que les bords ; & cela arrive sur tout lorsque les bulles d'air ne commencent à monter que quand la Glace est médiocrement épaisse : si elles montent auparavant, elles rompent le milieu de la croute, & l'entretiennent ainsi ouverte quasi jusqu'à la congélation de toute l'eau ; & comme en sortant elles entraînent un peu d'eau avec elles, il se forme aussi presque toûjours en cet endroit une bosse ou monticule plus ou moins haut, selon que l'air est sorti avec plus ou moins de violence. Mais si les bulles d'air ne font d'effort pour sortir de l'eau ou pour se dilater, qu'après que la croute de Glace est devenuë fort épaisse, il faut que le vaisseau creve, s'il est moins fort que la croute de Glace déja formée ; & c'est aussi ce qui arrive

quand le vaſe n'eſt pas plus large par l'ouverture que par le fond. Car ſi le vaiſſeau étoit fort grand, & plat comme un baſin, quelque forte que fut la Glace elle plieroit neantmoins aiſément, de même qu'une barre de fer, quelque groſſe qu'elle puiſſe être ne laiſſe pas de ceder par ſon milieu, lorſqu'elle eſt fort longue, & qu'elle n'eſt ſoutenuë que ſur les deux bouts. Et ſi le vaiſſeau, quoique petit & profond, ſe trouvoit beaucoup plus large par l'ouverture que par le bas, qu'il fut évaſé ou conique & tel que la plûpart de nos verres à boire, tout l'effort des bulles d'air ne tendroit qu'à pouſſer la Glace vers le haut, & elle gliſſeroit & ſe détacheroit aiſément du vaiſſeau. Auſſi lorſqu'on fait geler un verre d'eau tout plein, la Glace remonte ſi fort, qu'elle paſſe quelque fois les bords du verre de 2 ou 3 ligues.

Quoique le vaiſſeau ſoit grand & plat, s'il eſt fort expoſé au vent,

la Glace qui s'y formera aura toûjours un monticule vers le côté du vaisseau qui regarde le dessous du vent; car le vent pousse toûjours l'eau vers ce côté-là.

Enfin on voit arriver rarement ces effets, lorsque la congélation est très-lente & à l'abri du vent; & aussi lorsque l'on a fait bouillir pendant quelques heures l'eau qu'on veut exposer à la gelée.

Dans le premier cas, c'est qu'une plus grande quantité d'air a eu le temps de sortir, & que les bulles n'en sont pas si grosses.

Dans le second, c'est que le feu a chassé une grande partie de l'air qui étoit contenu dans l'eau; de là vient que les bulles d'air qui se forment dans la Glace d'une telle eau sont imperceptibles, du moins à 3 ou 4 doigts d'épaisseur.

Du reste, c'est une erreur de croire que l'eau qui a boüilli se géle plûtôt que l'autre. Dans les expériences les plus éxactes que j'en

ſi faites, j'ai trouvé, comme d'habiles Pyhſiciens * l'avoient déja remarqué, qu'il n'y avoit aucune difference ſenſible.

* M. *Mariote*, mouvem. des eaux, p. 11. Monſ. *Perrault*, Eſſais de Phyſ. tom. 4. p. 325.

CHAPITRE II.

De la Glace lorſqu'elle eſt formée.

Du volume & du poids de la Glace, de ſa dureté & de ſa réſiſtance, de ſon goût, de ſa tranſparence & de ſa couleur, de ſa refraction, de ſes figures par rapport à la Palingénéſie.

Du volume & du poids de la Glace.

PAr la théorie des liquides & de la formation de la Glace, tout liquide en général ſe reſſerre à meſure qu'il ſe refroidit, & il occupe toûjours moins d'eſpace, ou devient plus peſant; ainſi lorſqu'il eſt gelé ſes parties doivent être plus proches les unes des autres que jamais, & par conſequent il doit avoir moins de volume étant

gelé, qu'en tout autre état. C'est aussi ce qui arrive à la rigueur à tout liquide, & même à l'eau, si l'on ne fait attention qu'à ses parties propres: mais plusieurs petits amas de ces mêmes parties se trouvant extrêmement écartez par les bulles d'air que nous avons remarqué dans le Chapitre precedent, qui s'y dispersent toûjours en trés-grand nombre, tandis que l'eau se géle, cet air & cette eau forment après la congélation un tout plus léger par rapport au volume, qu'ils ne faisoient auparavant.

1°. La Glace de l'eau est plus légére ou occupe plus d'espace que l'eau, puisqu'elle y nage toûjours dessus, & que les glaçons qu'on met au fond d'un vaisseau plein d'eau, ou au fond d'une Riviere, montent toûjours vers la surface supérieure. Cette preuve est sans replique.

2°. Il n'est pas moins incontestable que ce n'est que l'air qui est dans

dans la Glace, qui rend la Glace plus légére que l'eau; car lors que par le moyen de la machine Pneumatique,* on a bien purgé d'air l'eau qu'on y fait geler, la Glace qui en vient n'a plus autant de volume que l'eau ordinaire; & ſi on l'y plonge, elle deſcend au fond.

* Voyez en l'experience, par M. *Homberg*, Memoires de l'Academ. 1693. p. 19.

Il ne s'agit donc que de ſçavoir pourquoi l'air qui étoit répandu dans l'eau en une infinité de parcelles & de goutteletes avant la congélation, augmente le volume de l'eau, lorſqu'il s'eſt ramaſſé en de plus groſſes goutes ou bulles après la congélation. Cela doit paroître d'autant plus extraordinaire, que comme il a été remarqué, il ſort quelque air de l'eau pendant qu'elle ſe géle, & par conſequent elle en doit moins contenir après qu'elle eſt gelée qu'auparavant. Comment eſt-ce qu'une bulle d'air, par exemple, qui s'eſt formée de 8 petites gouttes d'air, qui étoient répanduës dans le liquide, a plus de force & de reſſort

pour se dilater & pour écarter les parties de l'eau, que les 8 petites goutes n'en avoient auparavant, étant dispersées çà & là ? La force de la grosse bulle ou goutte d'air, est-elle autre chose que la somme des forces des 8 petites gouttes? Quelle addition a pû y apporter leur réunion ? La dilatation d'une bulle d'air n'est-elle pas égale à la somme des dilatations de toutes les petites bulles qui la composent? Cela seroit bien tôt expliqué par le seul énoncé de ce principe de Géometrie, que les corps qui augmentent de grosseur sans changer de figure, augmentent de solidité en raison triplée de leurs côtez ou diametres, & de surface seulement en raison doublée. Mais pour mettre cette proposition à la portée de tout le monde, prenez une petite Sphere, ou un Cube, un Dé à joüer, par exemple : remarquez sa grosseur, sa solidité, & qu'il a 6 faces. Prenez ensuite 8 autres Dez de même gros-

ſeur ; rangez-en 4 en quarré les uns près des autres, & ſur ces 4 ajuſtez-en 4 autres ; ce ſeront 8 Dez, & leur aſſemblage formera un Cube ou un gros Dé, qui en quelque ſens qu'on le meſure aura toûjours une dimenſion double de la dimenſion du premier, ou d'un Dé tout ſeul pris en même ſens ; car ce ſont toûjours deux Dez de ſuite ſemblables au premier. Mais ſi vous éxaminez les 6 ſurfaces de ce gros Dé ou de ce ſecond Cube, elles préſenteront par tout 4 ſurfaces du petit Dé : partant le gros Dé composé de 8 autres, aura 8 fois plus de ſolidité que chacun d'eux ; quoi qu'il n'ait que 4 fois plus de ſurface. Si au lieu de 8 Dez on en prenoit 27, on feroit un Dé ou un Cube 27 fois plus gros que le premier, & qui n'auroit pourtant que 9 fois plus de ſurface, ce qui va ainſi de ſuite en augmentant à l'infini.

Si maintenant on imagine que ces deux Cubes, ſçavoir, celui qui

ne consiste qu'en un seul Dé, & celui qu'on a formé de 8 Dez, soient composez d'une infinité de petites parties ou lames à ressort, comme est l'air, & qu'ils tendent à se dilater pendant qu'ils sont plongez dans quelque liquide qui les comprime également de tous côtez ; il est évident que le plus gros ayant 4 fois plus de surface, sera 4 fois plus comprimé que le petit, car il présente de tous côtez 4 fois plus de parties au liquide qui l'environne ; mais ayant 8 fois plus de ressorts que le petit, pour repousser seulement 4 fois plus de compression, il est clair qu'il devra avoir 2 fois plus de force que le petit, pour surmonter & vaincre la compression ou pour se dilater. Ainsi en appliquant ce raisonnement aux bulles d'air qui se forment dans la Glace, de l'assemblage d'une infinité de gouttelettes qui étoient répanduës dans l'eau avant la congélation, on voit pourquoi ces bulles doivent

avoir plus de force pour écarter les parties de l'eau, & y faire des vuides conſidérables, après la réunion des parties d'air qui les compoſent, que toutes ces parties enſemble n'en avoient étant diſperſées.

La Glace proprement dite eſt donc plus denſe que l'eau ; mais l'air contenu dans la Glace eſt plus dilaté que celui qui eſt contenu dans l'eau ; & il doit l'être beaucoup plus, puiſqu'ils ſont enſemble un tout plus léger & plus rare.

Pour ſçavoir au juſte l'augmentation de volume, ou ce qui eſt la même choſe, ce qu'une piece de Glace péſe de moins qu'un même volume d'eau, je fais à peu près ce qu'on dit que fit *Archimede* pour découvrir le mélange d'or & d'argent d'une Couronne, ſans la fondre ni l'endommager. Je péſe d'abord la piece de Glace à part ; je ſuſpens enſuite au bras d'une balance un morceau de fer ou de quelque autre métail plongé dans l'eau, pour voir

ce qu'il pése dans l'eau ; & après avoir remarqué quel est le poids du Glaçon dans l'air, & le poids du fer dans l'eau, je lie ensemble le fer & le glaçon avec un fil, je les suspens au bras de la balance, & je les plonge dans la même eau : ce que ce total pése de moins que le morceau de fer me donne précisément la valeur de la légéreté du morceau de Glace, par rapport à un pareil volume d'eau. Cette légéreté varie extrêmement, selon la quantité & la grosseur des bulles d'air qui sont dispersées dans la Glace, comme je l'avois bien conjecturé avant que d'en faire l'épreuve ; j'ai trouvé que cela alloit d'ordinaire à une 19me. ou 20me. partie du poids de l'eau.

Il seroit plus difficile de mesurer la force de la dilatation de la Glace, par rapport aux vaisseaux qui la contiennent : tout ce que j'en puis dire, c'est qu'elle est très-grande. Il a été remarqué ci-dessus, que souvent cette dilatation faisoit

crever les vaiſſeaux, & l'on en voit à préſent beaucoup mieux la raiſon : mais ſes effets ſont quelquefois ſi violens, qu'on auroit de la peine à les croire, ſi l'expérience ne nous apprenoit qu'un peu d'eau ou d'humidité dans les pierres & dans les marbres, eſt capable de les fendre & de les faire éclater pendant la gelée. Il reſte de triſtes preuves de la certitude de ce Phénomene en Languedoc & en Provence, & dans les autres païs du Royaume où il y avoit des Oliviers. Car, comme l'ont penſé Mrs. de l'Academie des Sciences, * le rigoureux hiver de 1709, ne fit mourir ces arbres & quelques autres, tels que les Lauriers, les Cyprés, les Figuiers les Chênes-verds, &c. que parce qu'une forte gelée les ſurprit après un dégel ou une fonte de neiges, à l'occaſion deſquelles leurs racines s'étoient imbibées de beaucoup d'eau : cette eau venant à ſe glacer dans les petits tuïaux où elle s'étoit gliſſée, ſe dilata, écarta les fibres

*Hiſt. 1710. p. 59.

& toutes les parties organiques de l'arbre, qui lui faisoient obstacle, & les rompit. Ce furent même les arbres *les plus vieux & les plus forts qui moururent en plus grande quantité*, parce que leurs fibres se trouverent moins fléxibes.

De la dureté & de la résistance de la Glace.

La force dont nous venons de parler n'est que celle que la Glace emprunte de l'air : on peut donc encore éxaminer la force qu'elle tire de sa dureté, ou la résistance qu'elle apporte à la séparation de ses parties.

La Glace est ordinairement d'autant plus dure & d'autant plus forte, qu'elle contient moins d'air, & qu'elle est plus compacte; c'est pourquoi la lenteur de la congélation contribuë à sa force & à sa dureté, en donnant à beaucoup d'air le temps de sortir, & aux parties intégrantes de l'eau celui de s'arranger & de s'entasser plus uniformement les unes sur les autres,

Dans la grande gelée de 1683, *la Societé Royale ayant fait meſurer l'épaiſſeur de la Glace de la Tamiſe, quand on alloit deſſus en Caroſſe, elle ne ſe trouva que de* 11. *pouces.* *

Pour pouvoir dire quelque choſe de poſitif de la réſiſtance de la Glaçe, j'ai fait geler de l'eau dans un tuïau dont l'intérieur avoit 4 lignes de diametre; j'ai pris enſuite le petit Cylindre de Glace, que j'ai fait ſortir en échauffant un peu le tuïau qui le renfermoit; & aprés l'avoir exposé de nouveau à l'air froid, je l'ai ajuſté ſur deux appuis, à 6 pouces de diſtance l'un de l'autre, & j'ai ſuſpendu une corbeille au milieu par un fil, dans laquelle j'ai mis des grains de plomb, juſqu'à ce que le Cylindre de Glace ait rompu. J'ai trouvé qu'un peu avant que de rompre, il portoit 17 *onces* 2 *gros*; d'où il ſeroit aiſé de comparer la force de la Glace, à celle du bois, des pierres & des métaux. Mais ayant repeté pluſieurs fois cette expérien-

* Hiſt. de l'Academie 1709. pag. 10.

ce, elle a varié, selon que la Glace étoit plus ou moins remplie d'air, qu'il y étoit répandu plus ou moins uniformement, & selon le temps qu'il y avoit que la Glace étoit faite. De sorte que sur cét article, non plus que sur celui de l'augmentation de volume, je ne crois pas qu'on puisse déterminer rien de général.

Quand je dis que la Glace est d'autant plus dure & d'autant plus forte qu'elle s'est formée plus lentement, je ne parle que de la Glace de nos climats, où les froids, quelque grands qu'ils nous paroissent, ne sont que médiocres, en comparaison de ceux des païs du Nord. Car la Glace pourroit se former si promptement, & par un froid si excessif, que l'extrême condensation des parties propres de l'eau, en augmenteroit plus la dureté, que la quantité d'air que la prompte congélation a coûtume d'y laisser, ne la diminueroit. Il en seroit alors de cette Glace comme de certaines

pierres, qui bien que rustiques & poreuses, ne laissent pas d'être beaucoup plus dures que le *Tuf*, & que d'autres pierres dont la contexture est plus uniforme. C'est là aussi à peu près ce qui arrive aux Glaces du Nord, selon le témoignage d'un sçavant Pilote, * qui en a fait une éxacte description dans le journal qu'il écrivit en partie pour satisfaire aux curieuses recherches de la société R. de Londres. *La difference* dit-il, *qu'il y a entre la Glace de Spitzbergen & celle de nôtre climat, c'est que la premiere n'est pas assez unie pour qu'on y puisse glisser..... & qu'elle est beaucoup plus dure, ensorte qu'on a de la peine à la rompre..... & à la fondre..... elle est aussi dure qu'une pierre..... & en même temps aussi spongieuse qu'une pierre ponce.* Il dit neanmoins que dans les grandes pieces de Glace qui se trouvent dans la Mer Glaciale, c'est la partie inférieure & tournée vers le fond de la mer, qui est la plus spon-

* Frederic *Martens* de Hambourg en 1671. Journ. du Voyage à *Spitzbergẽ, &c.* trad. de l'Allemand en François, ch. 3. *de la Glace.* Dans le Recueil des Voyag. au Nord, Imprimé à Amsterdã 1715. en 3. tom. in 12.

gieuse, que le haut ou la partie supérieure l'est beaucoup moins, & *qu'on la pourroit nommer la substance & la moële de la Glace.*

La raison de cette diversité n'est pas bien difficile à concevoir; les particules salines étant beaucoup plus pesantes que l'eau, font tendre vers le fond l'eau la plus salée; c'est pourquoi les eaux douces des Rivieres qui aboutissent à la Mer, & même celles des sources qu'on croit qu'il y a au fond de la Mer, doivent monter ordinairement vers la superficie, avant que de se mêler parfaitement avec ses eaux salées, plus pesantes qu'elles d'environ une 40me. partie. Or le sel étant un obstacle à la congélation, lorsqu'il est mêlé avec l'eau, ainsi que je l'expliquerai en son lieu, il est clair que l'eau de la Mer où il y a plus de sel doit produire une Glace moins prompte, moins compacte & plus spongieuse, que celle où il y a moins de sel. D'ailleurs les glaçons aus-

quels on a remarqué cette differente consistance, se trouvent presque toûjours vers les côtes, où s'en sont détachez; car c'est auprès des côtes que la Mer se géle le plus communement, sur tout dans la saison qu'on va aux Mers Glaciales; comme c'est aussi auprès des côtes qu'il y doit avoir une plus grande quantité d'eaux douces, à cause des Rivieres qui y ont leurs embouchures.

Les Glaces qui se trouvent dans les terres en Islande, sont si dures qu'il est bien difficile de les rompre avec le marteau, & si seches, que c'étoit autrefois une tradition dans cette Isle, qu'elles bruloient quand on les mettoit au feu, * de même que du charbon de terre. Pour cette derniere circonstance, je croi qu'on me dispensera d'en chercher l'explication, aussi bien que de la gresle enflamée, qu'un auteur * a écrit qui tomba pendant le grand froid de l'année 1305. & qui causa plusieurs incendies.

* *Adam de Breme*, cité dans *Lapeyrere*, Rel. d'Islande, art. 49.

**Krantsius*, au rapport de M. *Perrault*, Essais de Phys. tom. 4. p. 345.

Du goût de la Glace.

Je ne trouve pas par mon goût ni par aucune expérience certaine, que la congélation fasse rien perdre à l'eau ordinaire, ni qu'elle y ajoûte quelque chose: je veux dire que l'eau me paroît avoir le même goût après avoir été gélée, qu'elle avoit avant que de se géler, pourvû qu'elle soit au même degré de froideur. Il y a des Physiciens * qui ont crû que l'eau de la Mer devenoit douce en se gelant, & qui sans se trop embarrasser de la certitude du Phénomene, ne se sont appliquez qu'à en chercher la cause. Mais ce n'est rien de moins qu'une erreur de fait. Ils n'avoient apparemment gouté que de la partie extérieure des Glaces, ou de quelques Glaces minces qui s'étoient formées auprès des côtes; car il est vrai que celles là ont le même goût que la Glace des Rivieres; mais s'ils avoient pris de la partie qui est

* *Athan. Kircher*, Mund. subterr. lib. 3. sect. 3. cap. 4. to. 1. p. 166. *Borrichius*, dans les observatiõs qu'il a faites en *Danemark*. &c.

ſous l'eau, & du deſſous de ces glaçons épais, qui flotent vers les Mers du Groenland, & de la Nouvelle Zemble, ils auroient trouvé que *la Glace en étoit auſſi ſalée que la Mer même.* * On en voit la raiſon par ce qui a été remarqué dans l'article précedent.

* *Freder. Martens*, ubi ſup. & ſupplem. aux voyag. du Cap. VVood. & de Freder. Mart. trad. de l'Angl. p. 297. du Recüeil, tom. 2.

De la tranſparence & de la couleur de la Glace.

La Glace ordinaire eſt toûjours moins tranſparente & plus blanchâtre que l'eau dont elle eſt formée. Ces deux qualitez viennent du même principe, ſçavoir des bulles d'air enfermées dans la Glace, & des diverſes felures qu'elles y cauſent. Car l'éfort qu'elles font pour ſe dilater en étonnent toute la maſſe, & lorſqu'on regarde certains glaçons avec un bon Microſcope, on y voit outre les petites bulles d'air, une infinité de fentes & d'éclats qui réflechiſſent diverſement la lumiere, ſelon la ſituation où ils ſe trouvent,

Ce sont ces réfléxions de la lumiere, causées par une prodigieuse quantité de surfaces & de petites lames d'eau glacée, differemment inclinées, qui font la blancheur de la neige. C'est par la même raison que le verre pilé devient une poudre blanche, qui n'est plus transparente à la vûë simple, quoique avec le Microscope chaque particule de neige, ou de verre ne differe en rien de la Glace, ou du verre ordinaire. Il en est encore de même du marbre noir reduit en poudre, & de la plus part des autres corps. Car selon la pensée de l'illustre M. Nevvton, * les parties de la plûpart des corps sont naturellement transparentes, & l'opacité des corps ne vient que de la multitude des réfléxions de leurs parties. C'est pourquoi la Glace de l'eau qui a été purgée d'air, est beaucoup plus transparente, & d'une couleur plus foncée; elle approche quelquefois si fort de la transparence du verre, que

* *Optice* lib. 2. part. 3. prop. 2. pag. 210. Londin. 1706.

que si on lui donne la figure sphérique d'une lentille, par le moyen d'un bassin concave un peu chaud, elle rassemblera les rayons du Soleil presque avec la même justesse, que les meilleurs miroirs ardens: j'en ai fait l'expérience avec de la Glace d'un eau que j'avois fait boüillir, & géler alternativement deux ou trois fois, pour en mieux évacuer l'air; & l'ayant reduite en une lentille convexe des deux côtez, dont le limbe avoit environ 4 pouces de diametre, & faisoit partie d'une sphére de 3 pouces & $\frac{1}{2}$ de rayon, j'en ai allumé de la poudre à canon au Soleil du mois de Janvier.

Les Glaces du Groenland, & de la plûpart des Mers du Nord sont fort differentes des nôtres & par la couleur & par la transparence. Elles * *sont d'un très-beau bleu, un peu tirant sur le verd, semblable à la couleur du vitriol* de Chypre, & seulement *un peu plus transparentes que le vitriol, & moins nettes que la*

* *Fred. Mart.* ubi sup.

Glace de nôtre climat à travers de laquelle on peut presque voir. Il paroît que Virgile n'a pas ignoré cette couleur des Glaces des Zones Froides.

Ceruleâ glacie concreta atque imbribus atris, *

* Georg. lib. 1.

La cause de cette différence des Glaces du Nord avec les nôtres, est peut-être en partie la condensation ou l'épaisseur de l'air de ces païs là, laquelle est incontestable par l'expérience du Barometre, qui s'y tient toûjours plus élevé, que dans les Zones Tempérées. Car l'air étant bleuâtre de sa nature, les rayons de lumiere qui le traversent doivent participer de cette couleur, lorsqu'il est fort dense & en grande quantité; ce qui pourroit bien faire paroître les Glaces du Nord un peu plus bleuës que les nôtres. Mais cette raison n'est pas suffisante pour expliquer ce bleu foncé semblable à celui du vitriol de Chypre que tous les voyageurs leur attribuent:

il faut néceſſairement avoir recours à la couleur propre de la plûpart des parties intégrantes de l'eau de ces Mers, cauſée apparemment par leur groſſiereté & par leur épaiſſeur. Car d'un côté je me perſuade que tout ſe reſſent de l'engourdiſſement de la matiere ſubtile dans ces païs glacez, où le Soleil ne la ranime que par de foibles vibrations, & où par conſequent elle eſt moins en état qu'ailleurs de mouvoir, de ſubdiviſer & d'attenuer les parties intégrantes des liquides; de l'autre, il eſt certain par les expériences de Mr. *Nevvton*, que les couleurs inhérentes des corps en général dependent principalement de l'épaiſſeur des parties inſenſibles qui compoſent les corps, & que la couleur bleuë verdâtre, qui eſt celle des Glaces du Nord, ſe trouve préciſement la couleur des corps qui reſultent de l'aſſemblage des parties les plus groſſieres.* Ainſi il n'y a rien que de très vrai-ſemblable, que les Mers des

* *Nevvt.* ubi ſup. p. 195. où il donne une table des differentes épaiſſeurs des lames ou des particules qui réfléchiſſent diverſes couleurs, à

la fin de laquelle il place le bleu verdâtre, *Coeruleum subviridem.*

Dans toutes ces explications des couleurs des Glaces du Nord, je supose, comme l'a prouvé évidément M. *Nevvtõ*, & après lui le P. *Malebranche*, Eccl. sur la Lumier. & sur l'Optique, 1712.

Que les rayons du Soleil & la lumiere contiẽnent radicalement toutes les couleurs &c

Zones Polaires contiennent beaucoup plus de ces particules que les nôtres. Or par la Théorie de la formation de la Glace, les parties intégrantes les plus grossieres des liquides étant celles qui doivent se condenser, se fixer & se geler plûtôt que les autres pendant le froid, & se trouvant assemblées en beaucoup plus grand nombre dans un même espace après la congélation qu'auparavant, on conçoit très-bien, ce me semble, comment les parties les plus grossieres, & selon cequi en a été dit, les plus bleuës des Mers du Nord peuvent former une Glace d'un bleu profond & tel qu'on nous le dépeind. D'ailleurs le grand froid procure une effusion si parfaite de la matiere subtile intérieure qui écartoit les parties intégrantes de la plûpart des grumeaux qui composent cette Glace, qu'il n'y reste quasi plus de grosses bulles d'air répanduës çà & là; une compression excessive y resserre toutes les fentes,

& toutes les petites lames dont les differentes réfléxions produiroient du blanc ; elle les lie, & fait sur elles le même effet que l'eau sur le verre pilé. Car le verre pilé, de blanc & opaque qu'il est, redevient transparent sitôt qu'on le plonge dans l'eau.

Les Glaces des Mers du Nord ont encore ceci de particulier, que lorsque le temps est pluvieux, * le bleu de la partie supérieure qui est exposée à l'air, devient plus pâle ; & que sous l'eau elles paroissent vertes.

* *Fred. Mart.* ubi sup.

La raison de la pâleur de la partie extérieure est, que cette partie se trouvant ordinairement d'un bleu moins foncé * que celle qui est sous l'eau, parce qu'elle n'est presque composée que de l'eau douce des Rivieres, elle doit moins participer de la couleur du dessous, lorsque le temps est obscur, & que le peu de lumiere qui est répanduë dans l'eau & dans l'air, ne permet

* Ibid.

pas au dessous du Glaçon de se réfléchir vers le haut.

Pour la couleur verte de la partie qui est sous l'eau, elle depend sans doute de l'assemblage de bien des circonstances. L'eau de la Mer, comme plusieurs autres liquides, réfléchit quelquefois des rayons de lumiere d'une certaine couleur, & en romp ou en laisse passer d'autres d'une couleur differente. Cette proprieté de réfléchir certains rayons, & de donner passage à d'autres n'est pas particuliere aux liquides, elle se trouve en quelques corps durs; l'Or même, le plus dense & le plus pésant de tous les métaux, qui ne réfléchit que les rayons de couleur jaune, en laisse passer au travers de ses pores de bleus & de verds; comme on l'esprouve, lorsqu'après l'avoir reduit en feüilles très minces, on le place entre l'œil & la lumiere. * L'eau de la Mer réfléchit d'ordinaire par sa superficie la couleur bleuë, mais dans l'intérieur elle

* *Nevvt.* ubi sup. p. 153.

romp & réfléchit souvent la couleur verte. Un sçavant Anglois* *étant descendu au fond de la Mer dans une Cloche, en un temps fort clair & fort serein, remarqua que les rayons du Soleil qui passoient par une petite fenêtre vitrée de la Cloche, & qui donnoient sur une de ses mains après avoir traversé plusieurs piques d'eau qu'il avoit sur la tête, lui faisoient paroître la partie supérieure de la main d'un rouge couleur de Rose, pendant que le côté opposé ou la partie inférieure paroissoit teinte de verd, par la lumiere que les eaux de dessous y réfléchissoient.* Peut-être n'en faudroit-il pas davantage pour expliquer la couleur verte du dessous des Glaces du Nord : mais les auteurs de qui je tiens le fait y ajoutant cette circonstance, que les Glaces paroissent telles dans les temps pluvieux, je me servirai encore, pour en donner raison, d'une autre circonstance, qu'ils rapportent aussi ; sçavoir qu'il y a des temps, (& je juge

* M. *Hallei*, ibid.

par tout ce qui precede que ce sont ces temps pluvieux) où les eaux de ces Mers paroissent jaunes à ceux qui s'y plongent. Or la Glace étant bleuë, elle doit paroître verte à ceux qui la regardent au travers d'une eau jaune : puisque comme on sçait le bleu & le jaune mêlez ensemble produisent du verd.

Mais cette varieté de couleurs des Glaces du Nord n'est rien en comparaison de celle qu'on apperçoit lorsqu'on approche des côtes du Groenland & de la Nouvelle Zemble, & qu'on jette les yeux sur les montagnes voisines couvertes de Neige & de Glace. La gelée & le dégel auquel ces montagnes sont alternativement exposées dans la saison où l'on voyage dans ces païs là, c'est-à-dire dans l'Esté, la fonte des Glaces, & les pluïes y ont creusé des ravins qui paroissent comme des bandes noires cousuës depuis leur sommet jusqu'à leur pied ; à côté se trouvent souvent de gran-

des trainées d'une neige qui n'a point fondu, & dont la blancheur eſt relevée par ce noir ; tout auprès, des Glaces mincès & claires ne laiſſent voir que le verd des buiſſons qu'elles couvrent ; dans un enfoncement elles ſont bleuës, parce qu'elles ſont plus épaiſſes ; un peu plus loin reduites en pouſſiere, & répanduës ſur les feüilles des arbuſtes, elles rompent & réfléchiſſent des rayons de lumiere avec toutes les nuances de l'Arc-en-Ciel ; ou quelque fois auſſi polies que des miroirs, elles renvoyent à l'œil autant d'images d'un Soleil languiſſant qui ne quitte point l'horiſon, & fourniſſent par là l'explication la plus ſenſible qu'on puiſſe donner de nos Parhelies.

De la réfraction de la Glace.

Il eſt difficile de ſçavoir la véritable réfraction de la Glace ordinaire, parce que les bulles d'air qui s'y trouvent mêlées en grande quan-

tité empêchent de voir au travers ; mais on a observé * que la Glace un peu purgée d'air, donne une réfraction un peu moindre que celle de l'eau dont elle est formée ; c'est à-dire que si un rayon de lumiere qui tombe très - obliquement de l'air sur l'eau, se détourne vers la perpendiculaire, à la rencontre de la surface de l'eau, d'une quantité ou d'un angle de 41 degré 25 min. qui est la mesure de la réfraction ordinaire de l'eau, un rayon qui tombera pareillement sur la Glace, ne se detournera pas tout-à-fait tant, ou ne s'approchera de la perpendiculaire que d'un angle, par éxemple, de 39, ou 40 degrez.

* Mr. de la Hire Mem. de l'Acad. 1693. pag. 17.

Ce phénomene est tout-à-fait conforme à la Théorie générale des réfractions expliquée dans les livres d'Optique citez ci-dessus. Car il paroît par un grand nombre d'expériences très-éxactes, que presque tous les corps souffrent une réfraction proportionnée à leur pe-

ſanteur, & cela eſt ſi vrai à l'égard de l'eau, que *la même eau * ne fait pas toûjours la même réfraction; chaude elle en fait moins que froide, parce qu'alors elle eſt moins peſante à* proportion de ſon volume. Or après ce qui a été prouvé de la légéreté de la Glace, ou de ſon volume, par rapport à l'eau dont elle eſt formée, il eſt clair qu'elle doit [redacted] donner une réfraction moindre que celle de l'eau.

* *Malebr.* ubi ſup. p. 531.

Des figures de la Glace, & de la Palingéneſie.

L'eau prend d'ordinaire, en ſe glaçant, la figure du vaiſſeau où elle eſt contenuë; mais il ſe trouve quelque-fois dans les Rivieres & dans les Mers, des glaçons façonnez d'une maniere très-ſinguliere, & qui approchent beaucoup de certains ouvrages de l'art. Il ſeroit, je croi, inutile d'en rechercher la cauſe; car elle dépend preſque toûjours d'un enchaînement de circonſtan-

ces qu'on ignore, & qu'il n'est pas possible de déterminer positivement, quoiqu'on les puisse conjecturer en général. L'habile & éxact navigateur que j'ai cité plusieurs fois dans cét ouvrage, dit avoir vû en ce genre dans la Mer Glaciale, *un petit chef d'œuvre d'Architecture*; * *c'étoit une piece de Glace qui ressembloit à une Eglise..... il y avoit des piliers, des fenêtres en voute, & des portes regulieres, mais les portes & les fenêtres paroissoient comme remplies de chandelles de Glace, & dedans on y voioit un fort beau bleu. Cette piece de Glace étoit plus grande qu'un vaisseau, & un peu plus haute que la poupe*. Il remarqua aussi vers le Spitzberg *de la Glace qui étoit toute en boucle, & qui ressembloit tout-à-fait à du sucre-candi*, & plusieurs autres figures semblables, dont la principale cause ne vient à mon avis que des filets d'eau douce, qui ne sont pas encore bien mêlez avec l'eau de la Mer, qui se gélent les

* *Fred. Mart.* ubi sup.

premiers, & qui sont les derniers à se fondre.

Outre ces sortes de figures, il y en a d'autres qui paroissent légérement ciselées sur la superficie de la Glace, ou comme les premiers traits d'un dessein, dont j'ai fait le détail & expliqué la génération ci-dessus, en traitant de la Glace dans ses commencemens. * J'y reviens à present, pour dire un mot de l'erreur, où je croi que ces figures ont jetté quelques personnes qui n'ont pas fait assez d'attention à la cause qui les pouvoit produire.

* Ch. 1. p. 85, 86, & 87.

Il y a eu des Chimistes qui ont crû qu'en échauffant un peu les cendres d'une plante, ou d'un animal, selon certaines regles, & avec certaines précautions, ces cendres devoient s'enfler & s'élever en une fumée tout-à-fait semblable à la figure, & même à la couleur de la plante ou de l'Animal. C'est à cette espece de resurrection ou de nouvelle naisance qu'on donna d'abord

le nom de *Palingénésie*. Ensuite on se persuada qu'en faisant geler une lessive des cendres d'une plante, on verroit la figure, l'image, ou, comme parlent ces auteurs, *L'idée* de cette plante, fidellement tracée sur la superficie de la Glace; autre *Palingénésie* qui n'a pas moins fait de bruit que la premiere.

Le fameux *Boyle* rapporte qu'ayant fait dissoudre dans l'eau un peu de verd de gris, qui contient beaucoup de parties salines du marc de raisin, dont on se sert pour corroder le cuivre, & ayant fait geler cette eau avec de la neige & du sel, il avoit vû, non sans étonnement, de petites figures de vigne sur la superficie de la Glace.

Le Chevalier *Digby* dit qu'ayant fait une pareille épreuve sur de la lessive de cendres d'Orties, & conformement aux instructions du P. *Kircher*, * il est très-certain qu'après que cette eau étoit glacée, il apparoissoit dans la Glace une quan-

* On trouve ce qu'é a pensé cet Aut. dans son mund. subter. lib. 12. sect. 4. c. 5. tom. 2. pag. 413.

tiré de figures d'orties. Il y a cent autres histoires de cette nature, dont on peut voir le détail dans un auteur moderne * qui a pris fort à cœur la défense de la Palingénésie, & dont j'emprunte ces deux témoignages, comme les plus authentiques de tous ceux qu'il rapporte pour l'établir.

*Curiositez de la Nature & de l'Art, sur la végétation, l'agriculture, &c. nouv. edit. Paris 1711.

Les noms de Mrs *Boyle* & *Digby* m'obligent à ajoûter ici deux ou trois réfléxions sur cette matiere; car du reste je ne pense pas qu'il y ait beaucoup de témérité à soupçonner que la premiere formation de la Glace, telle que je l'ai expliquée, & sans aucun rapport à la Palingénésie, ait été l'unique source de tout ce qu'on en raconte de merveilleux. J'observe donc.

1°. Que les figures de la superficie de la Glace sont & plus fréquentes & plus visibles, lorsque l'eau n'est pas pure, & sur tout lorsqu'on y a dissout quelque sel, tel que celui qui est contenu dans les cendres des plantes. L'esprit de vin, l'urine,

du limon seulement, & en général tout ce qui étant mêlé avec l'eau, retarde sa congélation, produit ordinairement des figures bizarres & singulieres. Dans quelques-unes de mes expériences, où il ne s'agissoit nullement du sel des plantes, le hazard m'a fait rencontrer des figures qui auroient enchanté les partisans de la Palingénésie.

2°. Les végétations métalliques si connuës dans la Chimie, produisent en rélief des figures aussi parfaites qu'aucune de celles qu'on ait jamais vû sur la Glace. Ce qu'on appelle *Arbre de Diane* * ou *Arbre Philosophique* n'est autre chose qu'un argent amalgamé, qui s'éléve dans une bouteille en forme de petit arbrisseau, avec ses feuilles & ses fruits; on fait quelque chose de semblable avec du fer. * Je ne crois pas cependant que personne pense aujourd'hui, que l'argent & le fer prennent ces figures, pour avoir été autrefois ces mêmes arbres qu'ils représentent.

* Mem. de l'Acad. 1692. pag. 145.

* Hist. de l'Ac. 1707. p. 32. & mem. pag. 299.

3°

3°. Enfin la plûpart des auteurs qui disent avoir fait l'expérience de la *Palingenesie*, & surtout les auteurs que j'ai nommez, n'ont pû la rencontrer qu'une fois après bien des tentatives inutiles; & ensuite, ni la même lessive, ni une lessive nouvellement préparée, n'ont pû leur redonner le même Phénomene. Aussi il me semble qu'ils ont plûtôt regardé ce qu'ils en avoient vû, comme un effet du hazard, que comme une suite nécessaire de la prétenduë inclination à se réjoindre, que des Ecrivains moins habiles qu'eux attribuent volontiers aux parties organiques des corps après leur desunion; & je me trompe fort, si ce n'est-là ce que vouloit dire le Chevalier *Digby*, d'ailleurs assez interessé à soûtenir les effets sympathiques, quand il ajoûte, après l'experience rapportée ci-dessus, *je prenois grand plaisir à contempler ce jeu de la nature.*

CHAPITRE III.

De la destruction de la Glace.

D'où vient la lenteur avec laquelle la Glace se fond. De l'évaporation de la Glace. Du dégel.

LA Glace se doit détruire par des causes contraires à celles qui l'ont produite. C'est l'affoiblissement & l'effusion de la matiere subtile, qui étoit engagée entre les parties intégrantes de l'eau, qui font que l'eau devient Glace: ce sera une augmentation de quantité, de mouvement, ou de ressort de cette même matiere qui rendront à l'eau sa liquidité. La Glace commence par les bords, & par la surface de l'eau, & se manifeste par des filets; elle finit de même, premierement par les extremitez & par le tranchant, ensuite par toute la surface; & l'on y voit dessus des traînées & des canaux que l'eau y creuse en

s'écoulant, ou que des filets de Glace y laissent en se fondant les premiers.

Il semble donc qu'il n'y a pas de meilleure maniere d'expliquer la destruction de la Glace, que par l'inversion de la plûpart des raisonnemens qui ont servi à montrer comment elle se forme; & c'est bien en général, ce que je veux faire, ou plûtôt ce que je conte que mes lecteurs feront pour moi. Mais il y a des circonstances particulieres à remarquer dans la fonte de la Glace, qui sont cause qu'elle ne se détruit pas éxactement dans l'ordre renversé de sa formation. Elle se dégéle beaucoup plus lentement qu'elle ne s'étoit formée; & si l'on supose, comme j'ai fait par maniere d'exemple dans la premiere partie de cét ouvrage, que la congélation de l'eau arrive par des diminutions de mouvement de la matiere subtile intérieure, selon quelque progression telle que 6. 12. 24. 48. &c. dont

chaque terme réponde à une minute de temps, pendant que la matiere subtile extérieure ne diminuë que d'un degré à chaque minute, si dis-je, l'on suppose cét ordre dans la formation de la Glace, il ne suffira pas de le renverser pour exprimer celui qu'elle garde en se fondant: car le même degré de chaleur ou de mouvement de la matiere subtile, qui entretenoit l'eau dans son état de liquidité, doit avoir bien de la peine à la lui rendre, quand elle l'a une fois perdu; & telle augmentation de mouvement peut bien ne pas produire la fonte de la Glace, qu'une diminution de mouvement pareille aura formée. La raison de cela, c'est qu'il est bien plus aisé à la matiere subtile intérieure de s'échaper d'entre les parties intégrantes d'un liquide, pendant qu'elle les tient separées, que de s'y glisser après que leurs surfaces se sont appliquées l'une contre l'autre, & que plusieurs de ces parties ne lui

laiſſent aucun paſſage pour les diviſer, & pour vaincre la compreſſion de la matiere ſubtile ambiante qui entretient leur union. En ſuivant donc l'hypotheſe précedente, ſelon laquelle la diminution d'un degré de mouvement dans la matiere ſubtile extérieure pendant la premiere minute, a produit une diminution de 6 degrez dans la matiere ſubtile intérieure de l'eau, on doit concevoir que l'augmentation d'un degré de mouvement dans la matiere ſubtile extérieure, pendant la premiere minute, ne produira peut-être pas une 1000me partie de degré de mouvement ſur les particules de la Glace, & ainſi de ſuite, ſelon telle progreſſion qu'on jugera la plus convenable. Je dis ſur les particules de la Glace, & non ſur la matiere ſubtile intérieure, parce que comme je viens de le remarquer, celle-ci pourroit recevoir beaucoup de mouvement de la premiere, ſans qu'elle eût pourtant en-

core assez de force pour desunir des surfaces qui ne lui permettent quasi aucun passage. Je croi qu'il faut presque toûjours que la matiere subtile ébranle les particules de la Glace par son choc, avant que de pouvoir s'insérer entre-elles: & les molécules de la matiere subtile étant d'une petitesse comme infinie, par rapport aux parties intégrantes de la Glace ou de l'eau, elles ne sçauroient faire cét ébranlement que par leur grand nombre, par une extrême agitation, & dans un temps considérable.

C'est-là encore la véritable raison pourquoi une piece de Glace demeure beaucoup plus à se fondre auprés du feu, & à une distance où l'on auroit de la peine à tenir la main, que dans de l'eau tiede, ou même un peu froide. Car la matiere subtile qui se meut avec les parties intégrantes de l'eau, & qui leur communique toute leur agitation, les pousse continuellement

contre le glaçon qui y est plongé, & à l'aide de ces grosses masses, par raport à ses molécules, elle met en mouvement plusieurs particules de Glace, elle les sépare, & s'y fait un passage ; tout de même qu'une Riviere abbat un Pont par le choc des glaçons & des troncs d'arbre qu'elle pousse contre lui, tandis que la simple impétuosité de l'eau auroit été incapable de l'ébranler.

L'air fait quelque chose de semblable sur la Glace, mais son action est très inférieure à celle de l'eau, parce qu'il n'est composé que de petits flocons de filets ou de lames sept à huit cent fois plus légéres qu'un pareil volume d'eau, ce qui revient au même que si ces filets ou ces lames étoient sept à huit cent fois plus petites qu'elles ne sont. D'ailleurs l'air affoiblit apparemment beaucoup plus la matiere subtile à cét égard, par ses spirales & ses rameaux, qu'il ne lui aide par

la grosseur des particules qui le composent; car tout le reste étant égal, un morceau de Glace qui est 6 minutes 24 secondes à se dégeler dans l'air libre, n'employe que 4 minutes à se fondre dans la Machine du Vuide.*

* M. *Homberg*. Mem. de l'Acad. 1693. p. 55.

De l'évaporation de la Glace.

Il est très-constant que la Glace s'évapore, car si l'on en expose à l'air quelques pieces qui soient pointuës & tranchantes, on trouvera après un ou deux jours, leurs pointes & leurs tranchans tout émoussez, & le poids de la Glace d'autant plus diminué que le froid aura été plus violent. Mais ce qui paroit extraordinaire, c'est que la Glace toute solide qu'elle est, s'évapore en plus grande quantité pendant une forte gélée, que ne fait l'eau, dans un temps moyen entre le grand chaud & le grand froid. Je ne cite pas mes expériences là-dessus, parce qu'on peut voir celles qui furent

faites en 1709, par une personne très-éclairée. *

Pour donner raison de ce Phénomene, je supose que l'évaporation des liquides, qui ne sont pas fort spiritueux, vient principalement du choc de l'air contre leurs parties extérieures, & que cette dissipation ne se fait pas tant selon leur quantité, qu'à raison de la grandeur des surfaces qu'ils présentent à l'air. Ainsi une égale quantité d'eau contenuë dans des vaisseaux de differente l'argeur, & exposée à l'air, doit s'évaporer à peu près en raison des surfaces supérieures qu'elle aura dans ces vaisseaux.

Cela posé, la Glace ayant presque toûjours des rides, des traits, des inégalitez & une bosse sur sa superficie, elle a par là plus de surface que l'eau dont elle est formée. D'ailleurs l'eau qu'on expose à la gelée dans des verres, des gobelets & semblables vaisseaux, qui

* M. *Gauteron* Secr. de la Soc. R. des Sciences de Montpellier, dans les Mem. de l'Acad. de Paris, 1709. pag. 451.

ſont plus larges vers l'ouverture que par le bas, s'en détache ordinairement en peu d'heures, par l'effort des bulles d'air qui y ſont renfermées, & la Glace monte un peu, en laiſſant tout autour entre elle & le vaiſſeau un vuide, qui s'agrandit toûjours de plus en plus; autre circonſtance, qui fait que la Glace préſente plus de parties à l'air: ainſi quant à ſa ſurface, l'eau doit perdre plus de parties par l'évaporation, étant gélée, qu'étant liquide.

Il ne reſte donc que la dureté de la Glace, qui puiſſe rendre ſon évaporation plus difficile que celle de l'eau; & je ne doute pas qu'en effet les petits flocons d'air qui heurtent contre la Glace, n'y trouvent plus de réſiſtance que contre l'eau; ils ont ſans doute plus de peine à en détacher des particules, leur choc eſt ſouvent inutile; mais auſſi lorſque l'air fait tant que d'emporter quelques pieces de deſſus la Gla-

ce, elles sont apparemment plus grosses que les parties qu'il emporte de l'eau; parce que les premieres se trouvent fortement liées avec toute la masse, & que les autres peuvent facilement s'en séparer. Il doit aussi ordinairement entraîner plusieurs petits éclats avec la particule de Glace, contre laquelle il a fait son principal effort, & ébranler toutes celles des environs. De sorte que si l'on ajoûte ces circonstances à celles de la surface & de la légéreté de l'eau lors qu'elle est glacée, il ne sera pas mal aisé de comprendre, comment son évaporation pendant une forte gelée, peut égaler ou surpasser celle de l'eau ordinaire, dans un temps moyen entre le grand chaud & le grand froid.

Du Dégel.

L'adoucissement qui résout les Glaces & les Neiges dans tout un païs, ce relachement général du grand froid, qu'on appelle propre-

prement *Dégel*, arrive presque toûjours dans nos climats par les vents de Midy. C'est que ces vents sont d'ordinaire chauds, humides & accompagnez de pluïe : or on a vû combien les particules de l'eau poussées contre la Glace sont propres à la dissoudre.

Quand aux suites du Dégel, telles que le debordement des Rivieres, la destruction des Ponts, & les Montagnes de Glace, qui se forment quelquefois sur les grands Fleuves, & au milieu des Mers, par l'assemblage des glaçons que les vagues lancent avec impetuosité les uns sur les autres, ce sont des effets dont la cause est si visible, qu'elle n'a nul besoin d'être expliquée.* Il n'en est pas de même de ce froid, qui semble se redoubler lorsqu'il est prêt de finir, & qui se répand dans l'air au commencement du Dégel. Mais ce Phénomene a tant de rapport avec ceux dont je dois parler dans le Chapitre suivant, que c'est

* V. dans l'Abregé de *Mezerai* an. 1608. la Montagne de Glaçons qui s'étoiét accumulez sur la Saone à Lion, devant l'Eglise de l'Observance, & la maniere prétenduë magique dont elle fut rõpue, & apparément petardée.

là que j'en renvoye l'explication; aussi bien ce Chapitre, qui sera le dernier, n'est-il en un sens que l'extension de celui-ci.

CHAPITRE IV.

Des effets des Sels par rapport à l'eau & à la Glace, & de la Glace artificielle.

ON a vû dans la premiere partie de cet ouvrage, comment les particules salines répanduës dans l'air pouvoient le refroidir & produire la congélation des Rivieres. Voici des effets tout differents, & même tout contraires. Les *Sels* mêlez avec la Glace la fondent très-promptement; mêlez avec la Glace, & appliquez autour d'une bouteille pleine d'eau, ils font geler cette eau; mêlez avec l'eau ils l'empêchent de se geler, & neanmoins ils la rendent plus froide.

Le premier de ces Phénomenes

est le principal, & celui dont dépend, selon moi, l'explication de tous les autres: sçavoir, que les *Sels* accélerent la fonte de la Glace.

Je commence par m'assurer du fait: car comme on pile d'ordinaire la Glace, pour la plusspart des opérations qu'on en veut faire avec les sels, qu'on la touche quelquefois avec les mains, & qu'elle est peut-être pendant ce temps là exposée à un air chaud, ou au souffle & à la transpiration du corps de ceux qui s'en servent, on pourroit bien attribuer la promptitude de sa fonte à quelqu'une de ces circonstances, plûtôt qu'à la vertu des sels. J'ai pris quatre morceaux de même Glace, de grandeur & de figure à peu près égale, & d'environ un pouce cubique: Je les ai fait bien sécher au grand froid pendant la gelée; ensuite j'ai enveloppé un de ces morceaux de Glace de *sel Marin* ou ordinaire, bien sec & bien pulverisé, en sorte que cette poudre faisoit tout au-

tour une eſpece de croute ; J'en ai enveloppé deux autres morceaux de la même maniere, l'un avec du *Salpêtre*, & l'autre avec du *Sel Armoniac*, & j'ai laiſſé le quatriéme ſans y rien mettre. Pour jetter le ſel ſur les trois premiers, je me ſuis ſervi d'une piece de Glace que je tenois avec des pincettes de fer, afin de ne pouvoir attribuer leur fonte à autre choſe qu'aux ſels ; & quoique je fiſſe tout cela au grand froid, & avec beaucoup de diligence, je me ſuis apperçû que les pointes, les arêtes & les angles ſolides de la piece de Glace, dont je me ſervois comme d'une palete, étoient quaſi d'abord tous fondus. Les quatre morceaux de Glace étant en cét état, je les ai tranſportez ſur de petits treillis ou réſeaux de fil, dans un cabinet où il y a un poële, & où j'entretenois l'air au degré de chaleur des caves de l'Obſervatoire, c'eſt-à-dire, environ le 54me. degré de chaleur du Thermometre de M.

Amontons; & j'ai remarqué en même temps quelle heure il étoit à une pendule à secondes. Cette expérience ayant été repetée trois fois, en voici le resultat & le temps moyen des trois fontes des 4 morceaux de Glace.

Le morceau qui étoit environné de sel marin a fondu toûjours en moins d'une heure.

Le morceau du sel Armoniac, 5 à 6 minutes après.

Celui du Salpetre a été près de 2 heures à fondre.

Et le morceau de Glace pure, a toûjours duré plus de 5 heures & $\frac{1}{2}$

D'où il est clair que les sels précipitent la fonte de la Glace. On voit bien même que cela doit arriver ainsi, lorsqu'on prend garde à la configuration qui est attribuée aux corspuscules des sels : car leurs pointes sont comme autant de coins qui écartent çà & là les parties intégrantes de l'eau glacée, ils les ébranlent du moins par leur choc, lors

lorsqu'ils ne peuvent trouver d'ouverture entre deux, ils en détruisent la contiguïté, & ils font en un moment ce qu'une assez grande chaleur ne feroit qu'en un temps considerable. C'est que la chaleur n'agit que par l'air & par la matiere subtile, ou pour parler plus correctement, la chaleur n'est qu'une matiere subtile agitée avec un air auquel elle communique une partie de son agitation. Or la matiere subtile est infiniment tenuë & fluïde, en comparaison des corpuscules salins, & les particules de l'air sont, comme il a été remarqué ci-dessus, sept à huit cens fois plus legeres que celles de l'eau, & par consequent que celles des sels, lesquels sont plus pésants que l'eau. Donc la matiere subtile aidée de l'air ne peut pas si-tôt ébranler ou rompre par son choc les parties de la Glace, les séparer & les liquifier, que font les corpuscules salins, dont la figure d'ailleurs est très-propre à cet effet, mê-

me à l'égard de certains corps beaucoup plus durs que la Glace ; je parle des métaux, dont on sçait que les dissolvans ordinaires ne sont autre chose que des sels.

Voyons présentement la liaison de cette proprieté des sels, avec la congélation qu'ils procurent étant mêlez avec de la Glace ou de la Neige, & appliquez autour d'une bouteille remplie d'eau.

Après avoir mis dans une bouteille l'eau qu'on veut glacer, on la plonge dans quelque vaisseau de capacité & de figure convenable, où il y a de la Glace pilée ou de la neige mêlée de sel, en sorte que la bouteille en soit environnée ; ou si l'on veut, on commence par mettre la bouteille dans le vaisseau, & l'on remplit de sel & de Glace le vuide qui se trouve tout-au-tour.

Si les sels en faisant fondre la Glace, augmentent pour quelque minute sa froideur, c'est-à-dire, s'ils diminuent le mouvement ou le

ressort de la matiere subtile, qui est contenuë dans ses pores, il n'y a pas de difficulté, ils doivent pendant ce temps là procurer & accélerer la congélation du liquide, autour duquel est le mélange de sel & de Glace : car la matiere subtile enfermée dans ce liquide, & duquel elle fait toute la liquidité, le doit quitter & se mettre en partie à la place de celle qui cesse par son relachement de lui résister ou de lui faire équilibre. Or il est évident que les sels doivent produire cet effet, puisqu'ils écartent très-promptement les particules de Glace, qui étoient appliquées les unes contre les autres, & que par là ils donnent lieu au peu de matiere subtile qui y est contenuë de dilater son ressort. De plus, le fait est certain par expérience : car si l'on met la boule d'un Thermometre à esprit de vin dans la Glace ou dans la neige toute pure, jusqu'à ce que la liqueur s'arrête au degré de froideur

de l'un ou de l'autre, & qu'on l'y replonge ensuite d'abord après y avoir mêlé du sel, & surtout du sel Armoniac ou du Salpêtre, on le verra descendre quasi subitement, & beaucoup plus bas qu'il n'étoit avant ce mélange. L'effet est encore plus marqué dans la Neige que dans la Glace, parce que les sels s'y incorporent plus vite, & qu'elle enveloppe plus parfaitement le verre du Thermometre. Donc par la construction des liquides, la matiere subtile enfermée dans de l'eau qui se rencontre tout auprès d'une Glace ainsi fonduë, doit s'échapper & se glisser dans les nouveaux passages qui lui sont ouverts, & où elle trouve moins de résistance à son mouvement que dans les insterstices du liquide qu'elle quitte; & par la Théorie de la formation de la Glace, cette effusion de la matiere subtile intérieure doit être suivie de la congélation de l'eau, ou de tel autre liquide.

C'est la Glace qui se fait de cette maniere que je nomme *Glace artificielle*. Elle est en tout semblable à celle qui vient sans le secours de l'art, par un froid très-prompt & très violent; excepté que ses bulles d'air prennent la plûpart une figure oblongue & pointuë, & que ses premiers filets sont courts, uniformes, serrez, & presque toûjours attachez perpendiculairement aux parois du vaisseau. J'ai remarqué cette difference surtout en faisant geler de l'eau dans des gobelets de verre ronds, avec de la Glace & du Salpêtre, ou du sel Armoniac. Les premiers filets de Glace, & les bulles d'air en pointe tournées vers laxe du gobelet, marquent visiblement le cours & l'effusion rapide de la matiere subtile de l'axe vers la surface, c'est-à-dire, vers le mélange de Glace & de sel, qui environne le vaisseau, & vers lequel la matiere subtile intérieure coule & tend, avec d'autant plus de vitesse & d'abon-

dance, qu'elle y trouve plus de place, & que les nouveaux intervalles qui s'y sont faits par la desunion précipitée des parties de la Glace, facilitent davantage la dilatation de son ressort. La figure particuliere & oblongue des bulles d'air de la Glace qui s'est formée ainsi, ne vient que de la promptitude avec laquelle elles sont chassées de la surface vers l'axe, & de ce que les particules d'eau entre lesquelles elles se trouvent comprimées sont devenuës dures & infléxibles, avant que ces petits amas d'air ayent pû reprendre leur figure sphérique. La promptitude de ces congélations est encore cause souvent qu'on a de la peine à distinguer les premiers filets de Glace; parce qu'ils sont si uniformes, & si près les uns des autres, qu'ils forment quasi dans un moment une espece de couronne, & que l'eau se congéle parallelement aux bords du vase qui la contient, à peu près comme les métaux fondus, quand

ils se refroidissent, jusqu'à ce qu'enfin l'endurcissement parvienne au centre ou à laxe. Ces particuliaritez de la Glace artificielle jettent un nouveau jour surtout ce que j'ai dit des premiers filets de la Glace ordinaire, & justifient la remarque que j'ai faite, * qu'ils tendroient toûjours par eux-mêmes à s'appuyer à angles droits aux parois du vaisseau, s'ils n'en étoient détournez par quelque cause extérieure.

* Sup. p. 80, 81.

Si au lieu de mettre l'eau dans la bouteille, & le mélange de sel & de Glace tout-au-tour, on remplissoit la bouteille de sel & de Glace, & qu'on la plongeat ainsi dans l'eau, il est clair, & l'expérience le confirme, qu'une partie de l'eau du vaisseau se glaceroit autour de la bouteille.

C'est précisement ce qui arrive lorsqu'on fait dégeler des fruits dans de l'eau médiocrement froide, car il se forme très-promptement autour de leur peau une croûte de Glace dure & transparente, & plus ou

moins épaisse, selon la grosseur & la qualité du fruit. Les fruits de même que les arbres & les plantes qui les produisent, contiennent un sel essentiel & volatil intimement mêlé avec leur suc ; de sorte que l'eau médiocrement froide venant à dégeler ce suc, qu'un froid extrême avoit fixé, y rémet les sels en mouvement, & en état d'en accélerer la fonte ; la matiere subtile voisine, qui tend toûjours vers le côté, où elle trouve moins de résistance, va remplir les ouvertures qu'ils y font, elle quitte l'eau qui touche & qui environne la peau, qui tient lieu de bouteille au suc contenu dans le fruit, & cette effusion de la matiere subtile intérieure de l'eau produit sa congélation.

J'explique à peu près de la même maniere le froid qu'on a coûtume de sentir dans les commencemens d'un grand *Dégel*. Une partie de la matiere subtile qui nous environne & qui remplit tous les interstices de

l'air de nôtre Atmosphére, en sort pour aller remplir les nouveaux intervalles que la fonte d'une très-grande quantité de Glaces produit entre les parties intégrantes de ces mêmes Glaces, & ausquelles elle doit donner le mouvement : elle en sort, dis je, parce qu'elle y est plus pressée, & qu'elle ne peut s'y mouvoir avec autant de facilité que dans ces nouvaux intervalles. D'où il arrive que la matiere subtile qui reste dans l'air s'y dilate pour y occuper la place de celle qui en est sortie, & dans cét état elle n'a plus la même force pour ébranler les corpuscules de l'Atmosphére, & des corps qui peuvent agir sur les petits filets de nos nerfs & exciter en nous le sentiment de la chaleur.

Pour ce qui regarde la differente promptitude des congélations, selon les differens sels qu'on pourroit y employer, j'aurois crû qu'elle devoit suivre les differens degrez de promptitude de la fonte de la Glace

par le moyen de ces sels; car ce n'est qu'en se fondant que la Glace qui environne la bouteille produit la congélation de l'eau qui y est renfermée ; mais cela ne va pas ainsi.

Le sel Armoniac qui dissout la Glace plus promptement que le Salpêtre ou le Nitre, & un peu plus tard que le sel marin, est celui de tous qui produit la congélation la plus prompte. Ensuite c'est le Salpêtre.

Et le sel marin qui fait fondre la Glace plus vîte qu'aucun autre est celui de tous qui produit la congélation la plus lente.

Le sel armoniac est si propre à faire de la Glace, qu'on dit qu'étant mis seul & sans autre secours autour d'une bouteille d'eau *très-froide*, il la fait glacer : mais je n'ai jamais pû y réüssir, quoique je me sois servi d'un eau qui étoit quasi prête à se geler & que je tirois de dessous la Glace même. Il est vrai qu'après l'a-

voir enveloppée de ſel Armoniac, je la portois dans un lieu tempéré ; car ſans cela il n'y a pas moyen d'en rien conclure de poſitif ; & ſi, comme je me le perſuade, l'auteur * qui rapporte ce Phénomene ne l'a pas vû lui même, je crains bien que cette eau *très-froide* n'ait fait équivoquer, ſur la cauſe d'une telle congélation, des perſonnes moins éclairées que lui. Les ſels par eux-mêmes ſont plûtôt capables d'empêcher l'eau de ſe geler que de la changer en Glace, & ce n'eſt que par là qu'ils produiſent la congélation des liqueurs autour deſquelles ils ſont appliquez, étant mêlez avec de la Glace ou de la Neige dont ils hâtent la deſtruction.

* M. de *la Hire*, expl. des effets de la Glace & du froid. art. 19.

Pour la lenteur ou plûtôt le moins de promptitude avec laquelle le ſel Marin fait glacer l'eau, quoique ſi prompt à faire fondre la Glace, elle peut venir de ce que les corpuſcules qui le compoſent étant fort gros, ils rempliſſent quaſi tous les paſſages qu'ils ouvrent, & laiſſent par là à

la matiere subtile, qui étoit dans la Glace, très-peu d'espace pour se dilater.

Je dois encore dire un mot de quelques autres Phénomenes qu'il y a sur ce sujet, qui sont autant de corollaires & de preuves de l'explication que j'ai donnée des précedens.

1° La congélation artificielle est plus prompte, selon que le vaisseau environné de sel & de Glace est d'une matiere plus dure & moins pliante; car alors il laisse à la matiere subtile des passages plus constans & moins embarrassez de parties rameuses, comme il a été expliqué cy

* Pag. 72.
dessus; * ainsi le mélange de sel & de Glace fait moins d'effet autour d'un vaisseau de bois ou de carton, qu'au-tour d'un vaisseau de verre ou d'acier.

2° Les sels dont l'action est très-prompte pour faire Glacer l'eau, comme le sel Armoniac, & le Nitre, augmentent non seulement la froi-

deur de la Glace & de la neige, ainsi que nous l'avons vû, mais encore ces mêmes sels étant dissous à froid dans l'eau en suffisante quantité, par exemple, une livre de sel Armoniac, ou une livre & demie de Nitre, sur 3 ou 4 pintes d'eau, ils la rafraîchissent extremement. Pour en bien faire l'expérience il faut plonger d'abord la boule d'un Thermometre dans l'eau, & l'y laisser jusqu'à ce que l'esprit de vin s'arrête au véritable degré de la froideur de l'eau; ensuite on y jettera le sel Armoniac ou le Salpêtre, on les remuera avec un bâton pour les faire dissoudre plus vite, & l'on verra dans 2 ou 3 minutes l'esprit de vin descendre de 10, 15, ou 20 lignes, plus ou moins, selon le degré de froideur qu'avoit l'eau avant qu'on y eut mis les sels. J'ai quasi toûjours vû cesser la descente de l'esprit de vin en moins d'un quart d'heure, après quoi le Thermometre remonte, mais beaucoup plus lentement qu'il n'étoit descendu, en sorte

qu'il est près d'un quart d'heure comme immobile. Pour l'effet du sel Marin à cet égard, il est si peu de chose que quelque quantité qu'on en jette dans l'eau, à peine fait-il descendre le Thermometre de deux lignes.

L'eau qui a été rafraichie avec le sel Armoniac, ou avec le Nitre, peut servir faute de Glace, à rafraichir une bouteille d'eau ou de vin, à très peu près autant que feroit la Glace même. Mr. *Lemeri*, * qui ne fait mention que du sel Armoniac, attribuë la découverte de cette expérience à M. *Boyle*; cependant je trouve dans le P. *Kircher*, * que la coûtume de rafraîchir ainsi l'eau en Eté avec du Salpêtre étoit fort établie à Rome de son temps. La raison de ce Phénomene est absolument la même que celle de la fonte, & du redoublement de froideur de la Glace, par le moyen des sels. Le sel Armoniac & le Nitre, dont les parties sont fort incisives, ouvrent de toutes parts les parties intégrantes de l'eau,

* Cours de Chim. 1. part. chap. 17. dixiêm. edit.

* Mund. subt. l. 6. s. 2. c. 2. *de nitro.*

séparent & écartent celles qui se touchent, & par là ils diminuent le ressort de la matiere subtile enfermée dans l'eau, en lui donnant lieu de se dilater. J'avouë que dans tout ceci l'action des sels sur les parties intégrantes de l'eau, soit glacée, soit liquide, paroit bien prompte; mais pour se convaincre de la rapidité avec laquelle les corpuscules salins tendent à se glisser dans les pores qu'ils rencontrent, il suffit de prendre garde à la fermentation & à l'effervescence subite, qui arrive dans le mélange des *Acides* avec les *Alkali*.

3° Enfin les sels entretiennent la liquidité de l'eau, & font un obstacle à sa congélation, quoiqu'ils la refroidissent; en heurtant & séparant, comme nous venons de dire, celles de ses parties intégrantes qui sont prêtes à s'unir. Car outre que les figures coniques ou pyramidales des corpuscules salins, & leur dureté les rendent très-propres à produire

cet effet, ils sont apparemment la plûpart beaucoup plus gros * que les parties intégrantes de l'eau, & celles-ci ne sçauroient résister à leur choc, à moins qu'un froid très-violent ne les assemble & ne les resserre. Par la même raison presque tous les corps étrangers mêlez avec l'eau, le sable fin, par exemple, & le limon, rendent la congélation plus tardive, & la Glace moins ferme & moins compacte.

* *Leuvvenboeck*, au livre cité ci dessus, p. 63.

Voilà ce que j'ai crû de plus essentiel à dire sur la congélation de l'eau. C'est en même temps une légére ébauche de ce qu'on peut faire sur chacun des autres liquides, ou plûtôt sur chacun des autres corps en particulier; car, comme il a été remarqué dès l'entrée de ce discours, les idées de la Glace & de la liquidité peuvent tomber sur tous les corps, puisqu'à la rigueur tous les corps sont susceptibles de ces deux manieres d'être. La Glace est à la liquidité ce que le repos est au mouvement:

le

le mouvement eſt une modification réelle & poſitive de l'étenduë, le repos n'eſt que la négation du mouvement ; ainſi le repos n'a point proprement de cauſe, ou il n'a qu'une cauſe *déficiente*, qui conſiſte dans l'affoibliſſement, ou dans la ceſſation de celle de ſon contraire. Tout de même la liquidité d'un corps eſt une modification réelle de ce corps laquelle a par conſequent une cauſe poſitive, qui eſt l'agitation de la matiere ſubtile, & la Glace qui eſt ſon mode oppoſé, n'en a point d'autre que l'affoibliſſement de cette même matiere.

Je ne prétends pas être le premier qui ait expliqué la congélation des liqueurs, par la matiere ſubtile ; cette hypotheſe ſe trouve répanduë dans une infinité d'excellens livres de Phyſique ; mais j'oſe avancer qu'on n'en avoit pas fait encore une analyſe éxacte ; on n'avoit pas bien démêlé la cauſe immédiate & générale d'avec celles qui ne ſont que con-

courir avec elle, en tant seulement qu'elles en augmentent ou diminuënt l'action; & sur tout on n'avoit pas approfondi, que je sçache, la véritable Méchanique des liquides, ni la maniere dont l'équilibre se conserve ou se détruit entre leurs parties intégrantes, la matiere subtile intérieure qui leur donne le mouvement, & la matiere subtile du dehors. C'étoit là pourtant le point fondamental de la question de la Glace; du moins ce n'est que par là, qu'il me semble, que j'ai donné raison de ses principaux Phénomenes, sans m'écarter des idées claires de l'étenduë, de la figure, & du mouvement. J'ai eu une extrême attention à ne rien admettre de superflu, & sur tout à ne rien déterminer de la configuration intérieure des corps, à moins qu'elle ne se manifestât par des effets connus. J'ai crû s'il m'est permis de le dire, être plus fort lorsque j'aurois moins de terrain à deffendre; & ne voyant rien, par éxemple,

qui dût me porter à faire les parties intégrantes de l'eau *creuses comme des tuïaux ou souples comme de petites anguilles*, ainsi qu'on les imagine communement, aprés de fameux auteurs, je me suis contenté de les suposer un peu longues, & je ne les ai suposées telles qu'à cause de la figure que leurs petits amas affectent toûjours dans la congélation. Il y a apparence que M. *Descartes* & ceux qui l'ont suivi de près, ne chargerent les parties intégrantes de l'eau d'une configuration si composée, que parce qu'ils ne voyoient pas comment ils pouvoient expliquer sans cela l'augmentation de volume de l'eau dans la Glace; mais les expériences de la Machine du Vuide étant venuës depuis, elles ont pû nous convaincre que la seule dilatation de l'air enfermé dans la Glace suffisoit pour produire ce Phénomene. Ces mêmes expériences fournissent encore une forte preuve de la vérité du systeme que j'ai suivi,

& paroissent décider en sa faveur à l'exclusion de tout autre. Car il n'y a qu'un fluïde d'une subtilité quasi infinie, comme est la matiere subtile ou étherée, qui puisse pénétrer le verre, les métaux, & généralement toute sorte de corps, & aller à travers leurs pores, de quelque figure & de quelque petitesse qu'ils soient, geler les liqueurs, ou leur rendre leur liquidité, ainsi qu'il arrive dans la Machine Pneumatique. Et si l'on joint cette considération à la simplicité, & à l'universalité de ce systeme tel que je l'ai conçû, & selon l'explication que j'en ai donnée, je me flate qu'on y découvrira des caracteres de certitude & d'évidence, qui le mettent un peu au dessus du probable.

Quid verum atque decens curo & rogo, & omnis in hoc sum.
Hor. Lib. 1. Epist. 1.

ERRATA.

Page.	Ligne.	
32.	24.	la cloche *lisez* le Recipient ou Balon.
45	19.	quand *lisez* quant
53	11	plus propres d'autant *lisez* d'autant plus propres
	penult.	leurs forces *lisez* leur force
64	9	tourne autour de ſon centre *lisez* tourne ſur ſon centre
106	15	quelques grands *lisez* quelque grands.
120	4	Car *lisez* Or
145	24	liquifier *lisez* liquefier
156	*en marge*,	*lisez* pag. 72 & 79







